

THESIS

MUNICH

1967

Über die Abhängigkeit
orthostatisch bedingter
Kreislaufreaktionen
von der körperlichen Entwicklung

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIF. 94304

von
CLEMENS BETTAG

1967

Aus der Pädiatrischen Poliklinik der Universität München
ehem. Direktor: Professor Dr. med. G. Weber

ÜBER DIE ABHÄNGIGKEIT ORTHOSTATISCH BEDINGTER KREIS-
LAUFREAKTIONEN VON DER KÖRPERLICHEN ENTWICKLUNG

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät der
Ludwig - Maximilians - Universität
zu München

vorgelegt von
Clemens Bettag
aus Speyer

München 1967

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Referent: Prof. Dr. Th. Hellbrügge
Correferent: Prof. Dr. D. Vogt
Dekan: Prof. Dr. F. Holle

Tag der mündlichen Prüfung: 3. Oktober 1967

M e i n e n E l t e r n

g e w i d m e t

I n h a l t

	Seite
Einleitung	9
I. Orthostatisch bedingte Kreislaufreaktionen in Abhängigkeit von Lebensalter und körper- licher Entwicklung nach Angaben in der Li- teratur	11
II. Eigene Untersuchungen	20
1. Untersuchungsgut.....	20
2. Meßanordnung.....	27
3. Versuchsanordnung.....	30
4. Beurteilung der Orthostaseversuche.....	32
5. Angewandte statistische Methoden.....	34
6. Ergebnisse.....	36
a) Ruhewerte von Pulsfrequenz und Blut- druck während des Orthostaseversu- ches in Abhängigkeit von körperli- cher Entwicklung und Geschlecht.....	36
b) Veränderungen von Pulsfrequenz und Blutdruck während des Orthostasever- suches in Abhängigkeit von der kör- perlichen Entwicklung.....	50
c) Abhängigkeit orthostatisch bedingter Kreislaufreaktionen von Lebensalter, körperlicher Entwicklung und Ge- schlecht.....	66

7. Diskussion der Ergebnisse	82
III. Zusammenfassung	88
Literaturverzeichnis	91
Lebenslauf	

Übersicht über die Abbildungen und Tabellen

Abbildungen:	Seite
Abb. 1: Veränderung verschiedener Kreislaufgrößen bei 150 Jungen der Reifungsstufen K bis R	52
Abb. 2: Veränderung verschiedener Kreislaufgrößen bei 150 Mädchen der Reifungsstufen K bis R	53
Abb. 3: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der Blutdruckamplitude in verschiedenen Phasen eines Orthostaseversuches bei 300 Jungen und Mädchen der Reifungsstufen K bis R	55
Abb. 4: Durchschnittliche Veränderungen des systolischen und diastolischen Blutdrucks bei 39 gesunden "Zwillingen" (links) und 39 Heranwachsenden mit Kreislaufversagen (rechts)	57
Abb. 5: Durchschnittliche Veränderungen der Blutdruckamplitude bei 39 gesunden "Zwillingen" (oben) und 39 Heranwachsenden mit Kreislaufversagen (unten)	60
Abb. 6: Durchschnittliche Veränderungen der Pulsfrequenz bei 39 gesunden "Zwillingen" (oben) und 39 Heranwachsenden mit Kreislaufversagen (unten)	61

- Abb. 7: Prozentuale Häufigkeit pathologischer orthostatischer Kreislaufreaktionen in verschiedenen Altersstufen bei 338 Kindern und Jugendlichen im Alter zwischen 6 und 18 Jahren 72
- Abb. 8: Prozentuale Häufigkeit pathologischer orthostatischer Kreislaufreaktionen in verschiedenen Reifungsstufen bei 338 Heranwachsenden beiderlei Geschlechts 76

Tabellen:	Seite
Tab. 1 Normale Kreislaufanpassung, orthostatische Labilität und Kreislaufregulationsstörung bei 160 Heranwachsenden verschiedener Reifungsstufen (nach KIRCHHOFF)	13
Tab. 2 Normale Kreislaufanpassung, orthostatische Labilität und Kreislaufregulationsstörung bei 65 Heranwachsenden verschiedener Reifungsstufen (nach KIRCHHOFF und EICHLER)	14
Tab. 3 Geschlechtsverteilung und somatische Entwicklung bei 200 Kindern im Alter von 3 bis 16 Jahren mit orthostatischen Kreislaufregulationsstörungen (nach WECHSELBERG und MOTAMEDI)	18
Tab. 4a Körperlänge und Körpergewicht bei 210 männlichen Personen unseres Untersuchungsgutes verglichen mit den Normwerten von VOGT	22
Tab. 4b Körperlänge und Körpergewicht bei 210 weiblichen Personen unseres Untersuchungsgutes verglichen mit den Normwerten von VOGT	23
Tab. 5 Zahlenmäßige Aufteilung der Heranwachsenden im Alter von 10 bis 18 Jahren (n=300) auf die Reifungsstufen unter Angabe des Durchschnittsalters	26

Tab. 6	Optimale Manschettenbreite für verschiedene Meßstellenumfänge (nach KIRSCHSIEPER und RUTENFRANZ)	28
Tab. 7a	Pulsfrequenz in der letzten Liegeminute vor Beginn der Stehzeit in Abhängigkeit von körperlicher Entwicklung und Geschlecht	38
Tab. 7b	Pulsfrequenz in der 4. Liegeminute nach Beendigung der Stehzeit in Abhängigkeit von körperlicher Entwicklung und Geschlecht	39
Tab. 8a	Systolischer Blutdruck in der letzten Liegeminute vor Beginn der Stehzeit in Abhängigkeit von körperlicher Entwicklung und Geschlecht	41
Tab. 8b	Systolischer Blutdruck in der 4. Liegeminute nach Beendigung der Stehzeit in Abhängigkeit von körperlicher Entwicklung und Geschlecht	42
Tab. 9a	Diastolischer Blutdruck in der letzten Liegeminute vor Beginn der Stehzeit in Abhängigkeit von körperlicher Entwicklung und Geschlecht	44

	Seite
Tab. 9b Diastolischer Blutdruck in der 4. Liegeminute nach Beendigung der Stehzeit in Abhängigkeit von körperlicher Entwicklung und Geschlecht	45
Tab. 10a Blutdruckamplitude in der letzten Liegeminute vor Beginn der Stehzeit in Abhängigkeit von körperlicher Entwicklung und Geschlecht	47
Tab. 10b Blutdruckamplitude in der 4. Liegeminute nach Beendigung der Stehzeit in Abhängigkeit von körperlicher Entwicklung und Geschlecht	48
Tab. 11 Differenz zu den Ruhewerten von systolischem und diastolischem Blutdruck, Blutdruckamplitude sowie Pulsfrequenz am Ende eines Orthostaseversuches in Abhängigkeit von der körperlichen Entwicklung	63
Tab. 12 Ergebnisse von Orthostaseversuchen an 338 Kindern und Jugendlichen im Alter zwischen 6 und 18 Jahren	67
Tab. 13 Anzahl und prozentuale Häufigkeit normaler und pathologischer orthostatischer Kreislaufreaktionen bei 152 Knaben und 186 Mädchen im Alter zwischen 6 und 18 Jahren	69

	Seite
Tab. 14 Anzahl der bei Orthostaseversuchen an 338 Heranwachsenden beiderlei Geschlechts beobachteten normalen und pathologischen orthostatischen Kreislaufreaktionen in verschiedenen Altersstufen	71
Tab. 15 Ergebnisse der Prüfung der Altersab- hängigkeit orthostatisch bedingter Kreis- laufreaktionen mit Hilfe der χ^2 -Methode	74
Tab. 16 Anzahl der bei Orthostaseversuchen an 338 Heranwachsenden beiderlei Geschlechts beobachteten normalen und pathologischen orthostatischen Kreislaufreaktionen in verschiedenen Reifungsstufen	75
Tab. 17 Ergebnisse der Prüfung der Abhängigkeit orthostatisch bedingter Kreislaufreaktio- nen von der körperlichen Entwicklung mit Hilfe der χ^2 -Methode	77

Einleitung

In den letzten Jahrzehnten konnten die Beziehungen zwischen den wachstumsbedingten Änderungen des Herz-Kreislaufsystems und den Kreislauffunktionen einer Klärung näher gebracht werden. So konnte gezeigt werden, daß sich, ausgehend von einer Kreislaufeinstellung im frühen Kindesalter, die in Anlehnung an DUESBERG und SCHRÖDER (9) als "physiologische Zentralisation" bezeichnet wird, wobei von einem kleinen Herzen ein kleines Schlagvolumen mit hoher Frequenz in ein kleines Gefäßsystem mit hohem elastischen und peripheren Widerstand gepumpt wird, im Laufe der Jahre mit der allgemeinen Körperentwicklung ein Wandel der Kreislauffunktionen vollzieht. Mit dem Wachstum und der damit einhergehenden Vergrößerung des Herz-Gefäßsystems wird die Zentralisation des Kreislaufs gelockert und unter stetiger Zunahme des Schlag- und Minutenvolumens auf der einen Seite und der ständigen Abnahme des elastischen und peripheren Widerstandes auf der anderen Seite hat sich schließlich bis zur Pubertät eine Kreislaufeinstellung ausgebildet, die nun als "physiologische Entspannung" bezeichnet wird (GRASER (11)).

Den Beziehungen zwischen funktionellem Kreislaufverhalten bei aufrechter Körperhaltung und Lebensalter beziehungsweise körperlicher Entwicklung wurde allerdings in der bisher vorhandenen Literatur nur wenig Beachtung geschenkt, obwohl gerade im Kindes- und Jugendalter häufig orthostatisch bedingte Störungen der Kreislauffunktion vorkommen.

Inzwischen konnte allerdings von BETTAG-KAUFMANN (4) das Verhalten wichtiger Kreislauffunktionen bei einer größeren Anzahl von Kindern und Jugendlichen in Abhängigkeit vom Lebensalter studiert werden. Außerdem gelang in diesen Untersuchungen eine weitgehende Standardisierung des Orthostaseversuches. Ungeklärt blieb in diesen Untersuchungen die Frage des Einflusses der körperlichen Entwicklung auf das Kreislaufverhalten bei längerem aufrechtem Stehen; auch die Frage, in welcher Form die Veränderungen der Kreislaufwerte bei orthostatisch stabilen beziehungsweise labilen Heranwachsenden auftreten, wurde nicht bearbeitet.

So erschien es wünschenswert, durch eigene Untersuchungen an einer größeren Anzahl von Kindern und Jugendlichen zur Klärung der Frage beizutragen, ob eine Abhängigkeit orthostatisch bedingter Kreislaufreaktionen von der körperlichen Entwicklung vorhanden ist und in welcher Form sich Pulsfrequenz und Blutdruck in Abhängigkeit von der Zeit bei aufrechter Körperhaltung im Jugendalter verändern.

Im Folgenden soll daher nach einer Besprechung der in der Literatur vorliegenden Ergebnisse dieses Problem aufgrund eigener Untersuchungen bei Orthostaseversuchen an 420 Heranwachsenden beiderlei Geschlechts im Alter zwischen 6 und 18 Jahren behandelt werden.

I. Orthostatisch bedingte Kreislaufreaktionen in Abhängigkeit von Lebensalter und körperlicher Entwicklung nach Angaben in der Literatur

Obschon der Orthostaseversuch eine gerade auch in der Kinderheilkunde häufig angewandte Methode zur Kreislaufregulationsprüfung ist, wurde bisher nur von wenigen Untersuchern über Beziehungen orthostatisch bedingter Kreislaufreaktionen zu Lebensalter und körperlicher Entwicklung berichtet. SCHMIDT - VOIGT (34) gab bei einem Untersuchungsgut von 800 Patienten im Alter von 6 bis 70 Jahren mit orthostatischen Kreislaufstörungen eine prozentuale Häufigkeitsverteilung pathologischer Kreislaufreaktionen in verschiedenen Altersabschnitten an. Die Diagnose "orthostatische Kreislaufstörung" stützte sich dabei auf Teil I der von SCHELLONG (27) angegebenen Kreislaufregulationsprüfung mit der von ihm vorgeschlagenen qualitativen Einteilung in eine hypotone und hypodyname Form der Kreislaufregulationsstörung sowie auf den Ausfall des Steh-Elektrokardiogramms. Unter den 800 Patienten waren die Kinder im Alter von 6 bis 10 Jahren mit 4%, diejenigen im Alter von 11 bis 15 Jahren mit 11% und die Personen im Alter von 16 bis 20 Jahren mit 17% vertreten. Dabei stellten gerade die Patienten im Alter von 16 bis 20 Jahren mit 17% den prozentual stärksten Anteil aller Patienten mit orthostatischen Kreislaufstörungen.

KIRCHHOFF (15) sowie KIRCHHOFF und EICHLER (16) untersuchten an 160 beziehungsweise 65 Heranwachsenden der Reifungsstufen K bis PR die Abhängigkeit orthostatisch

bedingter Kreislaufreaktionen von der körperlichen Entwicklung. Die Beurteilung der von diesen Untersuchern durchgeführten Orthostaseversuche mit einer Stehdauer von 10 Minuten wurde nach folgenden Gesichtspunkten vorgenommen:

Nach Auffassung von KIRCHHOFF und EICHLER kommt es bei einer "normalen Kreislaufregulation" während des Stehens nur zu geringen Abweichungen von Pulsfrequenz und Blutdruck gegenüber den Ruhewerten. Als Norm wird ein Abfall des systolischen Blutdrucks um 10 bis 15 mm Hg, ein Anstieg des diastolischen Blutdrucks sowie eine Erhöhung der Pulsfrequenz um 10 bis 20% des Ruhewertes angegeben. Als Grenzwert des Normalen wird eine Amplitudeneinengung bis auf einen Wert von 20 mm Hg angenommen. Als "orthostatische Labilität" werden stärkere Schwankungen der Puls- und Blutdruckwerte bei einer Blutdruckamplitude von mindestens 15 bis 20 mm Hg sowie eine Erhöhung der Pulsfrequenz um 30 bis 40 Schläge/min während des Stehens bezeichnet. Eine "Kreislaufregulationsstörung" liegt vor, wenn im Laufe des Stehversuches ein- oder mehrmalige Amplitudenverkleinerungen bis auf 15 mm Hg eintreten oder bei Kreislaufversagen.

In Tab. 1 sind die Ergebnisse der von KIRCHHOFF (15) an 160 Kindern und Jugendlichen beiderlei Geschlechts durchgeführten Untersuchungen dargestellt. Die Heranwachsenden gehörten den Reifungsstufen K bis PR an und waren so ausgewählt, daß jede Reifungsstufe eine Anzahl von 40 Kindern umfaßte.

Aus Tab. 1 ergibt sich eine Häufung orthostatischer Beschwerden in der Präpubertät. In diesem Reifungsabschnitt

zeigten nach den Untersuchungen von KIRCHHOFF nur 1/5 der Kinder eine normale Kreislaufregulation, während der prozentuale Anteil pathologischer Kreislaufreaktionen auf kindlicher Entwicklungsstufe 40%, in der Pubertät 45% und bei den Heranwachsenden der Reifungsstufe PR nur noch 30% betrug.

Reifungsstufe	K	KP	P	PR
normale Kreislaufanpassung	24	8	22	28
orthostatische Labilität	9	22	11	9
Kreislaufregulationsstörung	7	10	7	3
Gesamtzahl	40	40	40	40

Tab. 1 Normale Kreislaufanpassung, orthostatische Labilität und Kreislaufregulationsstörung bei 160 Heranwachsenden verschiedener Reifungsstufen (nach KIRCHHOFF)

Bei einer anderen Untersuchungsreihe an 65 Kindern der Reifungsstufen K bis P kamen KIRCHHOFF und EICHLER (16) zu den in Tab. 2 festgehaltenen Ergebnissen.

Danach wiesen wiederum nur 1/4 der Kinder in der Präpubertät eine normale Kreislaufregulation auf. Im

Gegensatz zu den Ergebnissen in Tab. 1 übertrafen hier jedoch die Kinder der Reifungsstufe P sogar diejenigen der Reifungsstufe KP hinsichtlich der Häufigkeit pathologischer Reaktionen, die in dieser Gruppe in mehr als 4/5 der Fälle auftraten. Die Kinder der Reifungsstufe K zeigten ebenso wie bei den Untersuchungen von KIRCHHOFF nur in 40% der Fälle pathologische orthostatische Reaktionen.

Reifungsstufe	K	KP	P
normale Kreislaufanpassung	14	3	5
orthostatische Labilität	7	6	10
Kreislaufregulationsstörung	3	4	13
Gesamtzahl	24	13	28

Tab. 2 Normale Kreislaufanpassung, orthostatische Labilität und Kreislaufregulationsstörung bei 65 Heranwachsenden verschiedener Reifungsstufen (nach KIRCHHOFF und EICHLER)

Aufgrund ihrer Untersuchungsergebnisse vertraten KIRCHHOFF und EICHLER die Auffassung, daß die Beziehungen der Kreislauffunktionen zur körperlichen Entwicklung wesentlicher fester seien als zum Lebensalter.

Das häufige Auftreten pathologischer orthostatischer Kreislaufreaktionen in der Präpubertät und Pubertät wurde von diesen Untersuchern als Ausdruck einer funktionellen Dysharmonie der Kreislaufregulation in diesem Entwicklungsabschnitt gewertet, während die Kreislaufregulation der Heranwachsenden auf kindlicher Entwicklungsstufe als ausgeglichen bezeichnet wurde.

Die Angaben von GENZ und STOLOWSKY (10) über die Anzahl der von ihnen untersuchten Kinder sind ungenau. Bezüglich der Beurteilung der Orthostaseversuche richteten sich diese Untersucher nach den von KIRCHHOFF und EICHLER angegebenen Kriterien. Die angestrebte Stehdauer bei den Orthostaseversuchen betrug 10 Minuten. Aufgrund ihrer Untersuchungen an "mehreren hundert" Kindern aus dem Krankengut einer größeren Klinik fanden die Autoren bei Mädchen und Knaben jenseits des 7. Lebensjahres in rund 50% der Fälle orthostatische Störungen, die besonders häufig bei Kindern in der Präpubertät auftraten. Bedauerlicherweise wurden bei diesem großen Untersuchungsgut keine näheren Einzelheiten angegeben.

Unsere Besprechung der bisher vorliegenden Ergebnisse über die Abhängigkeit orthostatisch bedingter Kreislaufreaktionen von der körperlichen Entwicklung wäre unvollständig, würden nicht auch die Ergebnisse in der Literatur berücksichtigt, die über orthostatisch bedingte Kreislaufreaktionen bei Jugendlichen berichten, die in ihrer körperlichen Entwicklung eine Beschleunigung aufweisen. Bei dieser Gruppe der Akzelerierten vollzieht sich die körperliche Reifung besonders rasch. Als eines der hervorstechendsten Kennzeichen findet sich in den meisten Fällen eine über dem Altersdurch-

schnitt liegende Körpergröße. Nach GRASER (11) liegt bei diesen Jugendlichen bereits in Ruhe eine andere Funktionsausrichtung des Kreislaufs vor. Statt eines großen Blutumlaufs mit maximalem Schlagvolumen und niedriger Herzfrequenz findet man bei erhöhten Werten für den elastischen und peripheren Widerstand ein kleines Schlagvolumen und eine Tachykardie. Außerdem kann man bei diesen Jugendlichen im Röntgenbild oft ein Tropfenherz beobachten. Es liegt somit eine ähnliche Kreislaufsituation wie im frühen Kindesalter, nämlich eine Zentralisation vor. BENJAMIN (3) glaubt an eine "konstitutionelle" Ursache der Kreislaufschwäche bei den schlankwüchsigen Akzelerierten. Bei dieser Konstitution soll bei Arbeit das Depotblut rasch mobilisiert und somit das Stromvolumen schnell vermehrt werden. Die Dauer dieser Arbeitsreaktion soll aber durch eine vorzeitige Erschöpfungsreaktion in Form eines vasodepressorischen Reflexes der engen, stark gefüllten Gefäße mit Rückfluß des Blutes in die Depots und Entleerung des peripheren Kreislaufs stark eingeschränkt sein. Zu dieser Auffassung ist zu sagen, daß bis heute noch nicht bewiesen ist, ob die Kreislaufbeeinträchtigung der schlankwüchsigen Akzelerierten in erster Linie durch eine Reifungsstörung des Herz-Gefäßsystems oder durch die Anpassung an die konstitutionelle Gesamtverfassung bedingt ist.

Über ein häufigeres Vorkommen pathologischer orthostatischer Kreislaufreaktionen bei Akzelerierten wurde von mehreren Autoren berichtet. So wurde beispielsweise von SECKEL (35); SCHMIDT-VOIGT (34); KIRCHHOFF und EICHLER (16); KALOUD (12); CAPEK-SCHACHNER und SWOBODA (8) sowie GENZ und STOLOWSKY (10) ohne irgendwelche

genaueren Angaben erwähnt, daß bei Akzelerierten pathologische Reaktionen während des Stehens wesentlich häufiger zu beobachten seien als bei den übrigen Heranwachsenden. Da die Aussagen dieser Autoren weder durch Zahlenangaben erhärtet, noch statistisch überprüft wurden, erscheint es notwendig, diese Behauptungen erneut in Frage zu stellen.

KIRCHHOFF (15), der bei 25 Kindern mit pathologischen orthostatischen Reaktionen Kreislaufanalysen durchführte, berichtete, daß unter diesen 25 Kindern 6 Heranwachsende eine Entwicklungsbeschleunigung aufwiesen. Jedoch läßt sich auch diese Angabe nicht weiter verwerten, da nicht bekannt ist, ob sich unter den Heranwachsenden mit normaler Kreislaufregulation des insgesamt 160 Kinder der Reifungsstufen K bis R umfassenden Untersuchungsgutes nicht ebenfalls einige Akzelerierte befanden. Weiterhin ist nicht erwähnt, nach welchen Gesichtspunkten die Auswahl der 25 Kinder mit pathologischen Reaktionen aus der Gesamtgruppe der 78 Heranwachsenden mit orthostatischen Beschwerden getroffen wurde (siehe Tab. 1).

Die einzig verwertbaren Angaben, die einen Vergleich der Häufigkeit pathologischer orthostatischer Reaktionen bei Akzelerierten und Heranwachsenden mit normaler körperlicher Entwicklung ermöglichen, stammen von WECHSELBERG und MOTAMEDI (37) und sind in Tab. 3 dargestellt.

Wie aus dieser Tabelle hervorgeht, sind die größten-akzelerierten Heranwachsenden geringfügig häufiger von einer orthostatischen Kreislaufregulationsstörung betroffen als die Kinder und Jugendlichen, deren

Körpergröße im Normbereich lag, doch erwies sich dieser Häufigkeitsunterschied als statistisch nicht signifikant. Trotzdem schlossen die Untersucher aus diesen Ergebnissen auf eine Disposition der großenzelerierten Kinder zu orthostatischen Kreislaufstörungen.

	Mädchen	Knaben	Insgesamt	%
Größenakzeleration	56	48	104	52
Körpergröße im Normbereich	55	41	96	48
Insgesamt	111	89	200	
%	(55,5)	(44,5)		(100)

Tab. 3 Geschlechtsverteilung und somatische Entwicklung bei 200 Kindern im Alter von 3 bis 16 Jahren mit orthostatischen Kreislaufregulationsstörungen (nach WECHSELBERG und MOTAMEDI)

Als Nebentbefund dieser Untersuchungen ergab sich, daß pathologische orthostatische Kreislaufreaktionen bei den Mädchen relativ häufiger als bei den Jungen auftraten. Ein statistisch "signifikanter" Geschlechtsunterschied wurde jedoch nicht gefunden.

Aus dieser Literaturübersicht ergibt sich somit, daß insgesamt nur wenige Untersuchungen über die Abhängigkeit orthostatisch bedingter Kreislaufreaktionen von Lebensalter und körperlicher Entwicklung vorliegen, die zum Teil durch ungenaue oder fehlende Zahlenangaben zusätzlich an Aussagewert einbüßen.

Aus diesem Grunde soll im Folgenden anhand eigener Untersuchungen die Frage einer Abhängigkeit orthostatisch bedingter Kreislaufreaktionen vom Lebensalter und von der körperlichen Entwicklung geprüft werden.

II. Eigene Untersuchungen

1. Untersuchungsgut

Unser Untersuchungsgut umfaßte insgesamt 210 Jungen und 210 Mädchen im Alter zwischen 6 und 18 Jahren. Wir wählten die Kinder und Jugendlichen so aus, daß sie jeweils das 6., 8., 10., 12., 14., 16. beziehungsweise 18. Lebensjahr vollendet hatten. In jeder geradzahligen Altersstufe bildeten wir Gruppen von etwa 30 Heranwachsenden. Die von uns untersuchten Jungen und Mädchen bis zum 14. Lebensjahr besuchten die Volksschulen Dudenhofen und Heiligenstein in der Pfalz. Die weiblichen Versuchspersonen im Alter von 16 und 18 Jahren waren Schülerinnen von Höheren Lehranstalten in Speyer. Die Orthostaseversuche an den männlichen Probanden der entsprechenden Altersgruppen führten wir im Landeserziehungsheim St. Josef in Landau-Queichheim durch.

Die sozialen Verhältnisse, in denen die von uns untersuchten Jugendlichen aufwuchsen, waren nicht einheitlich. So stammte die überwiegende Anzahl der Versuchspersonen aus Arbeiter-, Handwerker-, Bauern- und Beamtenfamilien. Die männlichen Heranwachsenden im Alter von 16 bis 18 Jahren lebten jedoch zum Teil vor ihrer Unterbringung im Landeserziehungsheim in völlig zerrütteten Familienverhältnissen. Ein erheblicher Anteil von ihnen hatte bereits Jugendstrafen zu verbüßen.

Die Auswahl der Kinder und Jugendlichen erfolgte lediglich nach dem Geburtsdatum. Nur 2 Kinder, die wegen ihrer

körperlichen Gebrechen aufgrund einer früheren Erkrankung an Poliomyelitis auch nicht am Turnunterricht teilnehmen konnten, wurden von unseren Untersuchungen ausgeschlossen. Bei allen Heranwachsenden nahmen wir vor dem Orthostaseversuch eine kurze klinische Untersuchung vor und bestimmten dabei die körperlichen Reifungszeichen in Anlehnung an SCHMIDT-VOIGT (33). Die einzelnen Reifungsstufen wurden mit Buchstaben bezeichnet, wobei K= kindlich, KP= erste Phase der Pubertät, P= Höhepunkt der Pubertät, PR= Übergang zur vollendeten Reife und R= reif bedeutet. Nach der klinischen Untersuchung wurde bei jeder Versuchsperson in Turnkleidung ohne Schuhe Körpergröße und Körpergewicht bestimmt.

Tab. 4a und b bringen neben der zahlenmässigen Aufteilung unseres Untersuchungsgutes auf die Altersgruppen und dem für die einzelnen Altersgruppen errechneten Durchschnittsalter einen Vergleich der an unseren Kindern und Jugendlichen ermittelten Körpermaße mit den Normwerten von VOGT (36). Als Normwerte wurden dabei jeweils die dem Durchschnittsalter der Gruppe entsprechenden Daten aus den Tabellen von VOGT ausgewählt.

So überschritten bei unserem Untersuchungsgut die Durchschnittswerte für die Körperlänge bei den Knaben mit Ausnahme der Werte bei den 18-jährigen die von VOGT angegebenen Normwerte. Vor allem in der Gruppe der 12 und 14-jährigen traten Größenunterschiede von 7 bis 8 cm auf, während die Differenzen in den übrigen Altersgruppen nur 2 bis 3 cm betrugen. Bei den Mädchen lagen die von uns ermittelten Durchschnittswerte der Körpergröße ohne Ausnahme über den von VOGT angegebenen Normgrößen. Während unsere 6 bis 14-jährigen Mädchen um

Alters- stufe [Jahre]	Durchschnitts- alter [Jahre]	Anzahl	Körperlänge [cm]		Körpergewicht [kg]	
			eigene Werte	Normwerte nach VOGT	eigene Werte	Normwerte nach VOGT
6	6,51	30	121 ± 5,5	118 ± 4,0	23,6 ± 3,5	21,4 ± 2,6
8	8,54	30	131 ± 6,0	128 ± 5,0	28,8 ± 4,3	25,8 ± 3,3
10	10,52	30	142 ± 7,5	138 ± 6,0	35,8 ± 5,5	31,1 ± 4,1
12	12,43	30	153 ± 8,5	146 ± 7,0	42,0 ± 6,1	36,2 ± 4,9
14	14,50	30	165 ± 8,0	157 ± 9,0	53,3 ± 7,5	44,4 ± 7,5
16	16,62	30	171 ± 7,5	169 ± 7,5	63,0 ± 9,1	56,7 ± 7,8
18	18,32	30	173 ± 6,5	175 ± 6,5	67,2 ± 6,8	65,0 ± 7,2

Tab. 4a Körperlänge und Körpergewicht bei 210 männlichen Personen unseres Untersuchungsgutes verglichen mit den Normwerten von VOGT

Alters- stufe Jahre	Durchschnitts- alter Jahre	Anzahl	Körperlänge [cm]		Körpergewicht [kg]	
			eigene Werte	Normwerte nach VOGT	eigene Werte	Normwerte nach VOGT
6	6,58	30	121 ± 6,9	117 ± 4,5	22,5 ± 4,4	21,0 ± 2,6
8	8,50	30	132 ± 6,9	127 ± 5,5	30,8 ± 7,7	25,5 ± 3,5
10	10,50	30	141 ± 5,5	137 ± 5,5	34,1 ± 5,0	30,0 ± 4,4
12	12,49	30	152 ± 5,5	147 ± 7,5	44,5 ± 5,4	36,9 ± 5,3
14	14,59	30	161 ± 7,5	157 ± 7,0	55,3 ± 9,5	47,3 ± 6,9
16	16,53	30	167 ± 5,0	165 ± 5,5	61,1 ± 6,1	52,5 ± 6,4
18	18,59	30	166 ± 6,5	165 ± 5,5	60,6 ± 6,8	56,0 ± 6,2

Tab. 4b Körperlänge und Körpergewicht bei 210 weiblichen Personen unseres Untersuchungsgutes
verglichen mit den Normwerten von VOGT -

4 bis 5 cm größer waren, konnte bei den 16 und 18-jährigen nur eine Differenz der Körperlänge von 1 bis 2 cm gegenüber den Normwerten von VOGT gefunden werden. Die Differenzen überschritten jedoch weder bei den Knaben noch bei den Mädchen den von VOGT angegebenen Streubereich (Ein-Sigmawerte).

Hinsichtlich des Körpergewichts wurden größere Abweichungen von den von VOGT erstellten Somatogrammen deutlich. Dabei überschritten die von uns ermittelten Durchschnittswerte für das Körpergewicht der 12 und 14-jährigen Jungen sowie der 12 bis 16-jährigen Mädchen sogar den von VOGT angegebenen Streubereich um 1 bis 3 kg, während das durchschnittliche Körpergewicht der übrigen Altersgruppen innerhalb des Ein-Sigmapbereiches von VOGT lag.

Die von uns errechneten Streuungen (Ein-Sigmawerte) bezüglich der Körperlänge lagen in unserem Untersuchungsgut nur wenig höher als die von VOGT angegebenen, dagegen fanden sich bei den Streuungen bezüglich des Körpergewichts stärkere Abweichungen.

Bei diesem Vergleich der bei unseren Heranwachsenden gefundenen Durchschnittswerte für Körperlänge und Körpergewicht mit den Normwerten von VOGT erscheint unser Untersuchungsgut im ganzen als etwas akzeleriert. Das wird jedoch verständlich, wenn man bedenkt, daß die Somatogramme von VOGT für diese Altersstufen auf den von BACH (2) im Jahre 1955 ermittelten Meßdaten basieren, die durch die säkulare Akzeleration überholt wurden. Die Sonderstellung der Gruppe der 18-jährigen männlichen Personen bezüglich der körperlichen Entwicklung wird

durch die Tatsache hinreichend erklärt, daß diese Heranwachsenden in keinem mit den anderen Gruppen vergleichbaren sozialen Milieu aufwuchsen. In den relativ starken Abweichungen der Körpergewichte unseres Untersuchungsgutes von den von VOGT angegebenen Werten dürfte sich die Änderung der Eßgewohnheiten und des Nahrungskonsums der letzten 15 Jahre widerspiegeln.

Tab. 5 zeigt die zahlenmäßige Aufteilung der von uns untersuchten Kinder und Jugendlichen auf die einzelnen Reifungsstufen mit dem entsprechenden Durchschnittsalter. Dazu verwendeten wir nur die Personen im Alter von 10 bis 18 Jahren.

Entsprechend der allgemeinen Erwartung zeigt sich, daß sich im Verhältnis der beiden Geschlechter ein deutlicher Unterschied der Reifung zugunsten der Mädchen bemerkbar macht. Während bei den Mädchen die ersten Anzeichen der beginnenden Pubertät bereits bei einem Durchschnittsalter von 12,1 Jahren auftraten, wiesen die Knaben erst im Alter von 13,0 Jahren Zeichen der beginnenden Reifung auf. Die Reifungsentwicklung war bei den Mädchen bei einem Durchschnittsalter von 13,6 Jahren, bei den Knaben erst im Alter von 14,8 Jahren voll in Gang gekommen. Außerdem gehörte bei den Mädchen ein größerer Prozentsatz den höheren Reifungsstufen an als bei den männlichen Personen.

Knaben			Mädchen		
Reifungs- stufe	Anzahl	Durchschnitts- alter [Jahre]	Reifungs- stufe	Anzahl	Durchschnitts- alter [Jahre]
K	44	11,1	K	25	10,6
KP	19	13,0	KP	25	12,1
P	30	14,8	P	26	13,6
PR	22	16,4	PR	32	15,7
R	35	18,1	R	42	18,0

Tab. 5 Zahlenmäßige Aufteilung der Heranwachsenden im Alter von 10 bis 18 Jahren (n = 300) auf die Reifungsstufen unter Angabe des Durchschnittsalters

2. Meßanordnung

Den Blutdruck bestimmten wir mit Hilfe eines Quecksilbermanometers nach RIVA-ROCCI unter Verwendung der von KOROTKOFF (18) angegebenen auskultatorischen Kriterien. Danach gilt als systolisches Kriterium das Auftreten des ersten Gefäßtones distal von der Manschette, bestimmt bei fallendem Manschettendruck. Das Verschwinden der Gefäßtöne bei fallendem Manschettendruck wurde als diastolisches Kriterium angenommen. Waren die Gefäßtöne bis 0 mm Hg zu hören, so verwendeten wir in Anlehnung an BORDLEY, CONNOR, HAMILTON, KERR und WIGGERS (5) das Phänomen des ersten Leiserwerdens der Gefäßtöne als Zeichen des diastolischen Druckes.

Da wir heute wissen, daß bei der indirekten Blutdruckmessung mit Manschettenmethoden der arterielle Blutdruck nur dann annähernd richtig bestimmt wird, wenn die gewählte Manschettenbreite zum Umfang der Meßstelle in einem bestimmten Verhältnis steht, folgten wir den von KIRSCHSIEPER und RUTENFRANZ (17) in Anlehnung an ANSCHÜTZ (1); KEUTH und PEUSQUENS (13); RAGAN und BORDLEY (21) sowie ROBILOW, HAMILTON, WOODBURY und VOLPITTO (22) gemachten Vorschlägen, die in Tab. 6 dargestellt sind.

Die Pulsfrequenz wurde fortlaufend mit einem von MÜLLER und HIMMELMANN (19) konstruierten fotoelektrischen Pulszähler bestimmt. Zur Messung verwendeten wir eine leicht zu befestigende Ohrfotozelle. Diese nur wenige Gramm wiegende Meßeinheit besteht aus einem Lampengehäuse und der gegenüberliegenden Fotoelementfassung. Beide Teile werden durch einen Stahlbügel

Umfang der Meßstelle (cm)	Manschetten- breite (cm)
5,0 - 7,5	2,5
7,5 - 10,0	4,0
10,0 - 12,5	5,5
12,5 - 15,0	7,0
15,0 - 20,0	9,0
20,0 - 23,0	11,0
23,0 - 26,0	12,0 ¹
27,0 - 30,0	13,0

¹ Intrapolierter Wert

Tab. 6 Optimale Manschettenbreite für verschiedene Meßstellenumfänge (nach KIRSCHSIEPER und RUTENFRANZ in Anlehnung an ANSCHÜTZ; KEUTH und PEUSQUENS; RAGAN und BORDLEY sowie ROBINOW et al.)

federnd gehalten, sodaß sie sich dem dazwischenliegenden Ohrläppchen gut anlegen. Als Fotoelement wird eine Silicium-Mikrozelle benutzt. Als Lichtquelle dient ein Zystoskop-lämpchen. Der bei Beleuchtung der Fotozelle entstehende Fotostrom wird jedesmal dann unterbrochen, wenn das Ohrläppchen infolge einer Pulswelle optisch dichter wird und dadurch die Fotozelle verdunkelt. Die Unterbrechungen des Fotostromes werden von einem Zählwerk registriert. Im Minutenabstand wurde im Durchschreibe-

verfahren mittels Kohlepapier der Zählerstand auf einen fortlaufenden Papierstreifen gedruckt. Die Differenz zweier Druckwerte ergab den jeweiligen Pulswert.

Aufgrund dieser Meßanordnung betrug die Genauigkeit für die Pulsfrequenzmessung 1 Pulsschlag/min, für die Blutdruckmessung an sich 1 mm Hg. Bezüglich der Genauigkeit der Blutdruckmessung muß allerdings insofern eine Einschränkung gemacht werden, als bei der aufgrund minütlicher Blutdruckmessung notwendigen Geschwindigkeit des Manschettendruckabfalls eine auf 1 mm Hg genaue Bestimmung des Blutdrucks nicht möglich war. Wir bestimmten daher die Blutdruckwerte mit einer Genauigkeit von 5 mm Hg. Aus diesem Grunde wurden bei der Auswertung der Ergebnisse Differenzen der Blutdruckwerte < 5 mm Hg auch dann nicht als real angesehen, wenn sich rechnerisch eine statistische Signifikanz ergab.

3. Versuchsanordnung

Orthostaseversuche konnten wir in jeder Schule beziehungsweise im Landeserziehungsheim in eigens für ärztliche Untersuchungen eingerichteten Räumen, in denen überall ein Untersuchungsbett vorhanden war, durchführen. Während der Schulpausen nahmen wir grundsätzlich keine Versuche vor. Alle Versuchspersonen erschienen zu den Untersuchungen in Turnkleidung. Die angestrebte Stehzeit dauerte bei 338 Kindern und Jugendlichen 15 Minuten, während 82 Kinder nur über eine Dauer von 9 Minuten beobachtet werden konnten.

Bei den Versuchen gingen wir so vor, daß zunächst bei jeder Versuchsperson die persönlichen Daten vermerkt wurden. Anschließend wurden Körpergröße und Körpergewicht bestimmt. Nach der Lagerung auf dem Untersuchungsbett folgte eine kurze klinische Untersuchung, wobei auch die körperlichen Reifungszeichen in Anlehnung an SCHMIDT-VOIGT (33) erfaßt wurden. Nach Messen des Oberarmumfangs wurde die entsprechende Verschlußmanschette angelegt, anschließend die Fotozelle am Ohr der Versuchsperson befestigt und die Lichtstärke des Lämpchens einreguliert. Nach Ablauf der vollen Minute begann nun der eigentliche Versuch. Die Ruhezeit im Liegen dauerte 4 Minuten. Daran schloß sich die Stehzeit mit einer vorgesehenen Dauer von 15 Minuten an. Die Versuchspersonen mußten sich dazu aktiv aufrichten. Während des Stehens achteten wir darauf, daß beide Beine gleichmäßig belastet wurden und die Heranwachsenden sich nirgends anlehnen konnten. Wir beobachteten außerdem genau das Verhalten der Versuchspersonen und brachen bei Auftreten von Blässe, Schweißausbruch sowie Angaben

von starkem Schwindelgefühl und Übelkeit im Zusammenhang mit einer stärkeren Einengung der Blutdruckamplitude unter Notieren der Zeitmarke den Versuch ab.

An die Stehzeit schloß sich nochmals eine Ruhezeit im Liegen von 4-minütiger Dauer an. Die Pulsfrequenz wurde während der ganzen Versuchsdauer durch den im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen fotoelektrischen Pulszähler kontinuierlich registriert, während der Blutdruck zu Beginn einer jeden Minute bestimmt wurde. Alle Angaben, Werte und Beobachtungen wurden auf vorgedruckten Untersuchungsbögen sofort eingetragen.

4. Beurteilung der Orthostaseversuche

Die von SCHELLONG (26); (27); (28); (29); (30) vorgeschlagene qualitative Bewertung des Orthostaseversuches wurde bei der Auswertung unserer Ergebnisse aufgrund der berechtigten Kritik vor allem von BREHM und WEZLER (7); KIRCHHOFF (14); RUTENFRANZ, HELLBRÜGGE, KEILHACKER und HOCKE (24) sowie RUTENFRANZ (23) nicht berücksichtigt. So wurde von diesen Autoren anhand der Untersuchungen von GENZ und STOLOWSKY (10) sowie NITSCH (20) darauf hingewiesen, daß die von SCHELLONG unterschiedene hypotone und hypodyname Form der Kreislaufregulationsstörung beim Kind nicht konstant ist. Die von SCHELLONG angegebene hypodyname Form der Kreislaufregulationsstörung war früher schon von BRADBURY und EGGLESTON (6) bei Personen mit Krankheitssymptomen beschrieben worden, die wohl am ehesten dem Sheehan-Syndrom entsprechen. SCHIRGER, HINES, MOLNAR und THOMAS (32) konnten jedoch in jüngster Zeit zeigen, daß dieser Typ der Regulationsstörung nicht durch die Stellung des Körpers im Schwerfeld der Erde, sondern durch die mit dem Stehen verbundene Arbeit verursacht wird, da die gleichen Veränderungen bei diesen Patienten auch bei Arbeit im Liegen auftraten. Außerdem wurde darauf hingewiesen, daß bei der Beurteilung von Orthostaseversuchen nach qualitativen Gesichtspunkten, bei der man von den graphisch dargestellten Verläufen ausgeht, der größte Mangel in der notwendigerweise subjektiven Beurteilung von Grenzfällen liegt. So fiel das von SCHELLONG und HEINEMEIER (31) angegebene Beispiel einer hypotonen Regulationsstörung nach Untersuchungen von BREHM und WEZLER (7) noch voll in den Streubereich des Normalen.

Bei der Beurteilung nach quantitativen Gesichtspunkten werden dagegen nur die absoluten Werte von Pulsfrequenz und Blutdruck berücksichtigt. Auf dieser Grundlage erarbeiteten KIRCHHOFF (15) sowie KIRCHHOFF und EICHLER (16) die bei der Besprechung ihrer Untersuchungsergebnisse bereits angeführten Kriterien. Anhand der an unserem gemeinsamen Untersuchungsgut vorgenommenen Orthostaseversuche unternahm BETTAG-KAUFMANN (4) den Versuch einer Standardisierung des Orthostaseversuches im Kindes- und Jugendalter und konnte aufgrund ihrer Ergebnisse und statistischen Prüfungen zeigen, daß sich im Gegensatz zu den bisher benutzten Kriterien lediglich die Blutdruckamplitude zur Abgrenzung normaler und pathologischer Reaktionen eignet. Aus diesem Grunde schlugen BETTAG-KAUFMANN (4) sowie RUTENFRANZ, HOCKE, BETTAG und KAUFMANN (25) vor, bei Orthostaseversuchen im Kindes- und Jugendalter auf die Pulsfrequenzmessung zu verzichten und unter Anlehnung an die klinische Einteilung von KIRCHHOFF und EICHLER (16) eine Beurteilung von Orthostaseversuchen nach folgenden quantitativen Kriterien vorzunehmen:

Bei einer angestrebten Stehdauer von 15 Minuten ist eine "normale orthostatische Kreislaufreaktion" dadurch gekennzeichnet, daß die Blutdruckamplitude bis zur 15. Stehminute einen Wert von 20 mm Hg nicht unterschreitet. Zeichen einer "orthostatischen Labilität" ist eine stärkere Einengung der Blutdruckamplitude, die aber bis zur 15. Stehminute mindestens noch einen Wert von 15 mm Hg beibehält. Eine "orthostatische Kreislaufregulationsstörung" liegt vor, wenn ein- oder mehrmalige Amplitudenverkleinerungen bis auf einen Wert von 10 mm Hg und darunter auftreten oder der Versuch wegen Kreislaufversagens abgebrochen werden muß. Nach diesen Kriterien erfolgte auch unsere Einteilung in normale und pathologische Kreislaufreaktionen.

5. Angewandte statistische Methoden

Die Berechnung arithmetischer Mittelwerte erfolgte nach der Formel:

$$AM = \frac{\sum x}{n}$$

Die Streuungen wurden nach der Formel

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x^2) - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n - 1}}$$

oder nach dem fortlaufenden Summierungsverfahren errechnet.

Zur Signifikanzprüfung der Mittelwertsunterschiede bedienten wir uns der t-Funktion in der von KOLLER vorgeschlagenen Form:

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_2} + \frac{\sigma_2^2}{n_1}}}$$

Die statistische Überprüfung der Unterschiede von Häufigkeitsverteilungen erfolgte unter Zugrundelegung der O-Hypothese mit Hilfe der χ^2 -Methode.

Aus den unter Verwendung der t-Funktion beziehungsweise der χ^2 -Methode gefundenen Werten wurde jeweils die prozentuale Wahrscheinlichkeit p ermittelt, nach denen die gefundenen Unterschiede noch als zufallsbedingt gelten konnten.

Entsprachen die Werte einer prozentualen Wahrscheinlichkeit $p < 0,1\%$, so wurde die gefundene Differenz als "sehr signifikant" ^{xx} angesehen. Bei Werten von

$p < 1\%$ lag ein "signifikanter" χ^2 Unterschied vor, während für Werte von $p < 5\%$ nur noch ein "wahrscheinlich signifikanter" () χ^2 Unterschied anzunehmen war. Als "nicht signifikant" () voneinander abweichend galten Werte, bei denen die prozentuale Wahrscheinlichkeit $p > 5\%$ lag.

Den Trend von graphisch dargestellten Werten errechneten wir nach der Gleichung: $y = a + bx$ beziehungsweise $y = a + bx + cx^2$. Dabei wurden die Faktoren für die Gleichung: $y = a + bx$ aus folgenden Normalgleichungen:

$$\begin{array}{l} \text{I} \quad n \cdot a + \sum x \cdot b = \sum y \\ \text{II} \quad \sum x \cdot a + \sum x^2 \cdot b = \sum xy \end{array}$$

und für die Gleichung: $y = a + bx + cx^2$ aus folgenden Normalgleichungen:

$$\begin{array}{l} \text{I} \quad n \cdot a + \sum x \cdot b + \sum x^2 \cdot c = \sum y \\ \text{II} \quad \sum x \cdot a + \sum x^2 \cdot b + \sum x^3 \cdot c = \sum xy \\ \text{III} \quad \sum x^2 \cdot a + \sum x^3 \cdot b + \sum x^4 \cdot c = \sum x^2 y \end{array}$$

bestimmt.

6. Ergebnisse

a) Ruhewerte von Pulsfrequenz und Blutdruck in Abhängigkeit von körperlicher Entwicklung und Geschlecht

Da alle Untersucher, die bisher an Kindern und Jugendlichen zur Gewinnung von Normwerten Pulsfrequenz- und Blutdruckbestimmungen vornahmen, lediglich über die Abhängigkeit der Ruhewerte dieser Kreislaufgrößen vom Lebensalter berichteten, soll zunächst anhand der an unserem Untersuchungsgut vor und nach dem Stehen gewonnenen Ruhewerte die Abhängigkeit von Pulsfrequenz und Blutdruck von der körperlichen Entwicklung geprüft werden. Dabei wird gleichzeitig untersucht, ob "signifikante" Geschlechtsunterschiede hinsichtlich dieser Kreislaufgrößen nachweisbar sind. Zur Prüfung, ob die gefundenen Unterschiede außerhalb des Zufallsbereichs liegen, wandten wir die t-Funktion an. Da fast alle Kinder im Alter von 6 bis 10 Jahren der Reifungsstufe K angehörten, verwendeten wir für die Mittelwertsberechnungen der Pulsfrequenz- und Blutdruckwerte in der Reifungsgruppe K nur die Meßergebnisse der Heranwachsenden vom 10. Lebensjahr an.

Die von uns ermittelten Ruhewerte für Pulsfrequenz, systolischen und diastolischen Blutdruck sowie für die Blutdruckamplitude sind in den folgenden Tabellen dargestellt. Während die Tab. 7a, 8a, 9a und 10a die Ruhemittelwerte dieser Kreislaufgrößen in der letzten Liege-minute vor Beginn der Stehzeit bringen, finden sich in den Tab. 7b, 8b, 9b und 10b die entsprechenden Ruhemittelwerte der 4. Liege-minute nach Beendigung der Stehzeit.

Bei Betrachtung der Tab. 7a und b fällt auf, daß die Ruhepulsfrequenz nach der Stehzeit bei Knaben und Mädchen aller Reifungsstufen niedriger lag als in der letzten Liegeminute vor dem Aufstehen. Sowohl in der Ruhezeit vor als auch nach dem Stehen wurde bei den Jungen ein kontinuierlicher Abfall der Pulsfrequenz mit fortschreitender körperlicher Reifung deutlich. Zwar konnten wir bei der Prüfung mit Hilfe der t-Funktion keine "signifikanten" Mittelwertsunterschiede zwischen den aufeinanderfolgenden Reifungsgruppen finden, doch wichen die Ruhemittelwerte der Pulsfrequenz der Jungen auf kindlicher Entwicklungsstufe "sehr signifikant" von denen der männlichen Heranwachsenden mit abgeschlossener körperlicher Entwicklung ab.

Keineswegs so klar waren die Verhältnisse bei den Mädchen. Hier fanden wir in der letzten Liegeminute vor dem Aufstehen bei den weiblichen Heranwachsenden mit fortgeschrittenem Reifungsgrad im Mittel sogar eine höhere Pulsfrequenz als bei den Mädchen auf kindlichem Entwicklungsstand. In der 4. Minute nach Beendigung der Stehzeit lagen die Pulswerte bei den Mädchen mit abgeschlossener körperlicher Entwicklung im Durchschnitt nur um 2 Schläge/min niedriger als bei den Mädchen auf kindlicher Entwicklungsstufe. Wir fanden bei den weiblichen Heranwachsenden sowohl in der Ruhezeit vor als auch nach dem Stehen zunächst einen Anstieg der Pulsfrequenz beim Übergang von der kindlichen Entwicklungsstufe zur Präpubertät und von da aus schließlich einen langsamen Abfall der Pulsfrequenz mit zunehmendem Reifungsgrad. Von einer regelrechten Abhängigkeit der Pulsfrequenz von der körperlichen Entwicklung können wir jedoch bei den Mädchen nicht sprechen, da sich weder

	K			Diff. K:KP	KP			Diff. KP:P	P			Diff. P:PR	PR			Diff. PR:R	R			Diff. K:R
	AM	σ	n		AM	σ	n		AM	σ	n		AM	σ	n		AM	σ	n	
♂	84,6	11,2	44	(2,5)	82,1	13,7	19	(4,9)	77,2	10,2	30	(1,2)	78,4	11,2	21	(3,0)	75,4	10,2	35	xx 9,2
Diff. ♂:♀	(4,1)				14,7 ^x				15,5 ^{xx}				10,8 ^{xx}				14,6 ^{xx}			
	AM	σ	n		AM	σ	n		AM	σ	n		AM	σ	n		AM	σ	n	
♀	88,7	10,2	23	(8,1) ^x	96,8	15,9	25	(4,1)	92,7	11,8	26	(3,5)	89,2	10,8	32	(0,8)	90,0	11,0	42	(1,3)

Tab. 7a Pulsfrequenz in der letzten Liegeminute vor Beginn der Stehzeit in Abhängigkeit von körperlicher Entwicklung und Geschlecht. (Prüfung der Mittelwertsunterschiede mit Hilfe der t - Funktion; () = "nicht signifikant"; ()^x = "wahrscheinlich signifi - kant"; x = "signifikant"; xx = "sehr signifikant")

in den aufeinanderfolgenden Reifungsstufen noch beim Vergleich der Mädchen der Reifungsstufe K mit den weiblichen Personen mit abgeschlossener körperlicher Entwicklung "signifikante" Mittelwertsunterschiede hinsichtlich der Pulsfrequenz ergaben. Dagegen fanden wir systematische "signifikante" beziehungsweise "sehr signifikante" Geschlechtsunterschiede bezüglich der Ruhepulsfrequenz. In allen Reifungsgruppen lagen die Ruhepulswerte bei den Knaben niedriger als bei den Mädchen desselben Entwicklungsstandes.

Die Ruhemittelwerte des systolischen Blutdrucks (Tab. 8a und b) lassen sowohl bei den Jungen wie auch bei den Mädchen eine steigende Tendenz mit zunehmendem Reifungsgrad erkennen. So nahm der systolische Blutdruck in der letzten Liegeminute vor Beginn der Stehzeit bei den männlichen Personen von der kindlichen Entwicklungsstufe bis zur vollendeten Reifung von $107,0 \pm 8,5$ auf $121,4 \pm 11,7$ mm Hg, bei den Mädchen im gleichen Zeitraum von $107,8 \pm 5,6$ auf $121,0 \pm 10,4$ mm Hg zu. Die systolischen Ruhewerte in der 4. Liegeminute nach Beendigung der Stehzeit lagen bei Knaben und Mädchen aller Reifungsstufen geringfügig unter den in der Ruhezeit vor dem Stehen gemessenen Werten.

Bei der Prüfung der Mittelwertsdifferenzen mit Hilfe der t-Funktion ergaben sich in Tab. 8a bei den Jungen zwischen den Reifungsstufen KP und P sowie K und R "sehr signifikante" Unterschiede, während bei den Mädchen zwischen den Gruppen KP und P ein "wahrscheinlich signifikanter" und zwischen den Gruppen K und R ebenfalls ein "sehr signifikanter" Unterschied hinsichtlich des systolischen Blutdrucks festzustellen war.

	K		Diff. K:KP	KP		Diff. KP:P	P		Diff. P:PR	PR		Diff. PR:R	R		Diff. K:R							
	AM	σ		AM	σ		AM	σ		AM	σ		AM	σ								
♂	107,0	8,5	44	(1,7)	108,7	8,8	19	xx	8,3	117,0	6,2	29	(3,0)	120,0	7,4	21	(1,4)	121,4	11,7	35	xx	14,4
Diff. ♂:♀	(0,8)			(1,7)			(1,2)			(1,0)			(0,3)									
♀	107,8	5,6	23	(2,6)	110,4	9,7	25	x	(5,4)	115,8	7,8	26	(3,2)	119,0	7,0	31	(2,1)	121,1	10,4	42	xx	13,3

Tab. 8a Systolischer Blutdruck in der letzten Liegeminute vor Beginn der Stehzeit in Abhän-
gigkeit von körperlicher Entwicklung und Geschlecht. (Prüfung der Mittelwertsunter-
schiede mit Hilfe der t - Funktion; () = "nicht signifikant"; ()^x = "wahrschein-
lich signifikant"; x = "signifikant"; xx = "sehr signifikant")

	K			Diff. K:K:P	K:P			Diff. K:P:P	P			Diff. P:P:R	PR			Diff. PR:R	R			Diff. K:R	
	AM	σ	n		AM	σ	n		AM	σ	n		AM	σ	n		AM	σ	n		
♂	104,8	9,8	44	(0,4)	105,2	10,6	19	xx 10,6	115,8	7,9	30	(0,8)	116,6	7,3	22	(4,7) ^x	121,3	11,3	35	xx 16,5	
Diff. ♂:♀	(0,6)				(1,8)				(3,2)				(1,0)				(2,5)				
	AM	σ	n		AM	σ	n		AM	σ	n		AM	σ	n		AM	σ	n		
♀	104,2	6,5	24	(2,8)	107,0	10,6	25	(5,6) ^x	112,6	9,4	25	(3,0)	115,6	8,4	32	(3,2)	118,8	9,4	42	xx 19,6	

Tab. 8b Systolischer Blutdruck in der 4. Liegeminute nach Beendigung der Stehzeit in Abhängigkeit von körperlicher Entwicklung und Geschlecht. (Prüfung der Mittelwertsunterschiede mit Hilfe der t - Funktion; () = "nicht signifikant"; ()^x = "wahrscheinlich signifikant"; x = "signifikant"; xx = "sehr signifikant")

In der 4. Liegeminute nach Beendigung der Stehzeit (Tab. 8b) lagen die gleichen Verhältnisse vor. Zwar ergab sich bei den Jungen zwischen den Reifungsgruppen PR und R rechnerisch ein "wahrscheinlich signifikanter" Mittelwertsunterschied bezüglich des systolischen Blutdrucks, doch konnten wir diese Mittelwertsdifferenz von 4,7 mm Hg aufgrund unserer Meßgenauigkeit von ≥ 5 mm Hg nicht als real ansehen.

"Signifikante" Geschlechtsunterschiede hinsichtlich des systolischen Blutdrucks waren nicht nachweisbar.

In Tab. 9a und b sind die von uns errechneten Ruhemittelwerte des diastolischen Blutdrucks dargestellt. Hier zeigte sich sowohl bei den Knaben als auch bei den Mädchen beim Übergang von der kindlichen Entwicklungsstufe zur Präpubertät zunächst ein ganz geringfügiges Absinken der diastolischen Werte, dann eine sprunghafte Zunahme beim Übergang zur Pubertät und anschließend ein langsamer, kontinuierlicher Anstieg des diastolischen Blutdrucks mit zunehmendem Reifungsgrad. Insgesamt war in der letzten Liegeminute vor dem Aufstehen beim diastolischen Blutdruck von der kindlichen Entwicklungsstufe bis zur vollendeten Reife bei den Jungen ein Ansteigen der Werte von $69,1 \pm 9,3$ auf $77,7 \pm 10,0$ mm Hg, bei den Mädchen von $70,8 \pm 8,2$ auf $77,2 \pm 8,0$ mm Hg zu verzeichnen.

Bei der Prüfung der von uns ermittelten Ruhewerte des diastolischen Blutdrucks auf ihre statistische Signifikanz unterschieden sich bei den Knaben der Reifungsstufen KP und P die Mittelwerte des diastolischen Druckes "signifikant", die der Reifungsgruppen K und R "sehr

	K		Diff. K:KP		KP		Diff. KP:P		P		Diff. P:PR		PR		Diff. PR:R		R		Diff. K:R	
	AM	σ	n		AM	σ	n		AM	σ	n		AM	σ	n		AM	σ	n	
♂	69,1	9,3	44	(0,9)	68,2	9,0	19	6,2 ^x	74,4	8,8	30	(2,4)	76,8	6,4	30	(0,9)	77,7	10,0	35	8,6 ^{xx}
Diff. ♂:♀	(1,7)				(0,8)				(0,3)				(0,3)				(0,5)			
	AM	σ	n		AM	σ	n		AM	σ	n		AM	σ	n		AM	σ	n	
♀	70,8	8,2	24	(1,8)	69,0	8,6	25	5,6 ^x	74,6	6,8	36	(2,0)	76,6	9,0	32	(0,6)	77,2	8,0	42	6,4 ^x

Tab. 9a Diastolischer Blutdruck in der letzten Liegemminute vor Beginn der Stehzeit in Abhängigkeit von körperlicher Entwicklung und Geschlecht. (Prüfung der Mittelwertsunterschiede mit Hilfe der t - Funktion; () = "nicht signifikant"; ()^x = "wahrscheinlich signifikant"; x = "signifikant"; xx = "sehr signifikant")

	K			Diff. K:K:P	KP			Diff. KP:P	P			Diff. P:PR	PR			Diff. PR:R	R			Diff. K:R
	AM	σ	n		AM	σ	n		AM	σ	n		AM	σ	n		AM	σ	n	
♂	68,2	10,0	44	(1,2)	67,0	9,0	18	(5,2) ^x	72,2	7,8	29	(2,8)	75,0	6,4	32	(2,2)	77,2	10,6	35	xx 9,0
Diff. ♂:♀	(0,0)				(0,6)				(1,2)				(1,7)				(1,0)			
	AM	σ	n		AM	σ	n		AM	σ	n		AM	σ	n		AM	σ	n	
♀	68,2	7,4	25	(0,6)	67,6	9,0	25	5,8 ^x	73,4	7,2	26	(3,3)	76,7	8,8	32	(0,5)	76,2	8,0	42	xx 8,0

Tab. 9b Diastolischer Blutdruck in der 4. Liegeminute nach Beendigung der Stehzeit in Abhängigkeit von körperlicher Entwicklung und Geschlecht. (Prüfung der Mittelwertsunterschiede mit Hilfe der t - Funktion; () = "nicht signifikant"; () x = "wahrscheinlich signifikant"; x = "signifikant"; xx = "sehr signifikant")

signifikant" voneinander. Bei den Mädchen lag in der Reifungsstufe P ein "signifikant" höherer diastolischer Blutdruck vor als in der Reifungsstufe KP. Die weiblichen Heranwachsenden mit abgeschlossener körperlicher Entwicklung wiesen einen "signifikant" höheren diastolischen Blutdruck auf als die Mädchen der kindlichen Entwicklungsstufe.

Praktisch die gleichen Verhältnisse lagen auch in der 4. Liegeminute nach Beendigung der Stehzeit vor, nur waren auch hier die Mittelwerte des diastolischen Blutdrucks bei Jungen und Mädchen aller Reifungsgrade geringfügig niedriger als in der Ruhezeit vor dem Stehen.

Geschlechtsunterschiede bezüglich des diastolischen Blutdrucks wurden weder vor noch nach der Stehzeit gefunden.

Bei Betrachtung der Tab. 10a und b wird schließlich deutlich, daß die Blutdruckamplitude sowohl bei den Knaben als auch bei den Mädchen mit zunehmendem Reifungsgrad langsam größer wurde. So fanden wir in der letzten Liegeminute vor dem Aufstehen bei den Jungen der Reifungsstufen K bis R eine Zunahme der Blutdruckamplitude von $38,0 \pm 8,3$ auf $43,6 \pm 6,4$ mm Hg, bei den Mädchen von $35,8 \pm 5,4$ auf $43,8 \pm 7,1$ mm Hg. Sowohl vor als auch nach der Stehzeit war die Ruheamplitude bei den männlichen und weiblichen Heranwachsenden mit abgeschlossener körperlicher Entwicklung "sehr signifikant" größer als bei den Jungen und Mädchen der kindlichen Entwicklungsstufe. Zwischen den Mittelwerten der Ruheamplitude der aufeinanderfolgenden Reifungsgruppen konnte lediglich in der letzten Liege-

	K		Diff. K:KP	KP		Diff. KP:P	P		Diff. P:PR	PR		Diff. PR:R	R		Diff. K:R
	AM	σ n		AM	σ n		AM	σ n		AM	σ n		AM	σ n	
♂	38,0	8,3 44	(2,0)	40,0 6,8 18	(3,6)		43,6 8,1 30	(1,5)		42,1 4,9 21	(1,5)		43,6 6,4 35	x	5,6
Diff. ♂:♀		(2,2)		(1,2)			(2,4)			(0,5)			(0,2)		
	AM	σ n		AM	σ n		AM	σ n		AM	σ n		AM	σ n	
♀	35,8	5,4 25	5,4 ^x	41,2 6,4 25	(0,0)		41,2 7,6 26	(0,4)		41,6 8,2 32	(2,2)		43,8 7,1 42	xx	8,0

Tab. 10a Blutdruckamplitude in der letzten Liegeminute vor Beginn der Stehzeit in Abhängigkeit von körperlicher Entwicklung und Geschlecht. (Prüfung der Mittelwertsunterschiede mit Hilfe der t - Funktion; () = "nicht signifikant"; ()^x = "wahrscheinlich signifikant"; x = "signifikant"; xx = "sehr signifikant")

	K			Diff. K:K:P	K:P			Diff. K:P:P	P			Diff. P:P:R	P:R			Diff. P:R:R	R			Diff. K:R
	AM	σ	n		AM	σ	n		AM	σ	n		AM	σ	n		AM	σ	n	
♂	36,5	7,6	44	(4,1) ^x	40,6	5,7	18	(2,2)	42,8	7,0	30	(1,0)	41,8	5,2	22	(2,3)	44,1	5,8	35	xx 7,6
Diff. ♂:♀	(1,5)				(1,2)				(2,4)				(2,8)				(1,9)			
	AM	σ	n		AM	σ	n		AM	σ	n		AM	σ	n		AM	σ	n	
♀	35,0	4,8	25	(4,4) ^x	39,4	7,9	25	(1,0)	40,4	9,1	26	(4,4)	39,0	7,7	32	(3,2)	42,2	6,6	42	xx 7,2

Tab. 10b Blutdruckamplitude in der 4. Liegeminute nach Beendigung der Stehzeit in Abhängigkeit von körperlicher Entwicklung und Geschlecht. (Prüfung der Mittelwertsunterschiede mit Hilfe der t - Funktion; () = "nicht signifikant"; ()^x = "wahrscheinlich signifikant"; x = "signifikant"; xx = "sehr signifikant")

minute vor dem Aufstehen bei den Mädchen zwischen K und KP ein "signifikanter" Unterschied gefunden werden, der jedoch in der 4. Liegeminute nach Beendigung der Stehzeit nicht mehr nachweisbar war. Die in der Ruhezeit nach dem Stehen errechnete "wahrscheinliche Signifikanz" der Mittelwertsdifferenzen der Blutdruckamplitude zwischen den Reifungsstufen K und KP halten wir aufgrund unserer Meßgenauigkeit nicht für real.

Auch hinsichtlich der Blutdruckamplitude waren keine Geschlechtsunterschiede zu erkennen.

Aus der Besprechung der Ruhewerte von Pulsfrequenz, systolischem und diastolischem Blutdruck sowie der Blutdruckamplitude können wir folgendes zusammenfassen:

Die Ruhewerte dieser Kreislaufgrößen lagen in der Ruhezeit vor dem Aufstehen durchweg geringfügig höher als die entsprechenden Werte nach Beendigung der Stehzeit. Diese Beobachtung läßt sich wohl dadurch erklären, daß sich die Kinder und Jugendlichen aufgrund der ungewohnten Untersuchungssituation in der Ruhezeit vor dem Stehen noch in einem gewissen psychischen Erregungszustand befanden, was wahrscheinlich in der Ruhe nach Beendigung der Stehzeit nicht mehr der Fall war.

Mit zunehmendem Reifungsgrad konnten wir einen Anstieg der Ruhewerte des systolischen und diastolischen Blutdrucks sowie der Blutdruckamplitude feststellen, während die Pulsfrequenz abfiel. Lediglich bei den Mädchen konnten wir die Tendenz eines Abfalls der Pulsfrequenz mit fortschreitender körperlicher Entwicklung nicht eindeutig nachweisen.

Wir konnten außerdem einen sprunghaften Anstieg sowohl des systolischen als auch des diastolischen Blutdrucks mit "signifikanten" beziehungsweise "sehr signifikanten" Mittelwertsunterschieden beim Übergang der Reifungsstufe KP zu P sowohl bei den Jungen als auch bei den Mädchen feststellen. Ebenso fanden wir bei den Knaben einen "wahrscheinlich signifikanten" sprunghaften Abfall der Pulsfrequenz beim Übergang des Reifungsgrades KP nach P. Alle übrigen Veränderungen der Kreislaufgrößen Pulsfrequenz und Blutdruck beim Übergang einer Reifungsstufe zur nächst höheren erwiesen sich als fließend.

Während wir weder hinsichtlich des systolischen noch des diastolischen Blutdrucks noch der Blutdruckamplitude "signifikante" Geschlechtsunterschiede erkennen konnten, zeigten die Mädchen aller Reifungsstufen bezüglich der Ruhepulsfrequenz "signifikant" beziehungsweise "sehr signifikant" höhere Pulswerte als die Jungen des gleichen Entwicklungsstandes.

b) Veränderungen der Kreislaufgrößen Pulsfrequenz und Blutdruck während des Orthostaseversuches in Abhängigkeit von der körperlichen Entwicklung

Vor der Prüfung der Abhängigkeit der Veränderungen von Pulsfrequenz und Blutdruck während des Orthostaseversuches von der körperlichen Entwicklung wird zunächst über das Verhalten dieser Kreislaufgrößen in den einzelnen Reifungsstufen während des Stehversuches berichtet. Außerdem wird in einer Gegenüberstellung das Verhalten von Pulsfrequenz und Blutdruck bei 39 Heranwachsenden,

bei denen der Orthostaseversuch wegen Kreislaufversagens vorzeitig abgebrochen werden mußte, mit den entsprechenden Veränderungen während des Stehens bei 39 beliebigen Versuchspersonen, die bis zur 15. Minute stehen konnten, verglichen.

Unsere Untersuchungsergebnisse sind in Abb. 1 und 2 nach Reifungsstufen und Geschlecht der Heranwachsenden getrennt dargestellt. Wie bereits bei der Besprechung der Ruhewerte von Pulsfrequenz und Blutdruck haben wir auch in diesen Abbildungen für die Reifungsstufe K nur die Kinder vom 10. Lebensjahr an berücksichtigt.

In Abb. 1 und 2 ist zu erkennen, daß unmittelbar nach dem Aufrichten systolischer und diastolischer Blutdruck unsystematisch zwischen 7 und 13 beziehungsweise 8 und 14 mm Hg in allen Reifungsstufen zunahm, während sich die Blutdruckamplitude ohne Abhängigkeit von körperlicher Entwicklung und Geschlecht zwischen + 3 und - 4 mm Hg veränderte. Die Pulsfrequenz wurde ebenfalls unsystematisch in den verschiedenen Reifungsstufen um 3 bis 13 Schläge/min erhöht. Diese von der körperlichen Entwicklung unabhängigen Veränderungen der Kreislaufgrößen unmittelbar nach dem Aufrichten haben ihre Ursache offenbar in der mit dem aktiven Aufstehen der Heranwachsenden verbundenen Arbeit.

Betrachtet man in Abb. 1 und 2 den weiteren Verlauf des Orthostaseversuches, so sieht man, daß nach der "Aufstehzacke" der systolische Blutdruck in allen Reifungsstufen abfiel und gegen Ende der Stehzeit im Durchschnitt die Ruhewerte erreichte. Lediglich bei den Mädchen der Reifungsstufe K ist der Abfall des systolischen Blutdrucks nicht so ausgeprägt. Hier lag der Mittelwert des systo-

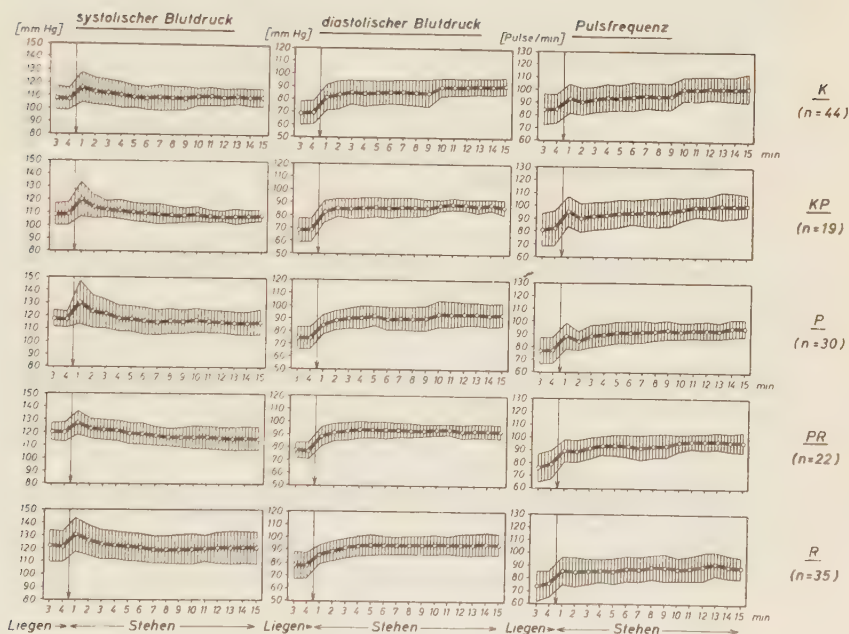


Abb. 1 Veränderung verschiedener Kreislaufgrößen bei 150 Jungen der Reifungsstufen K bis R

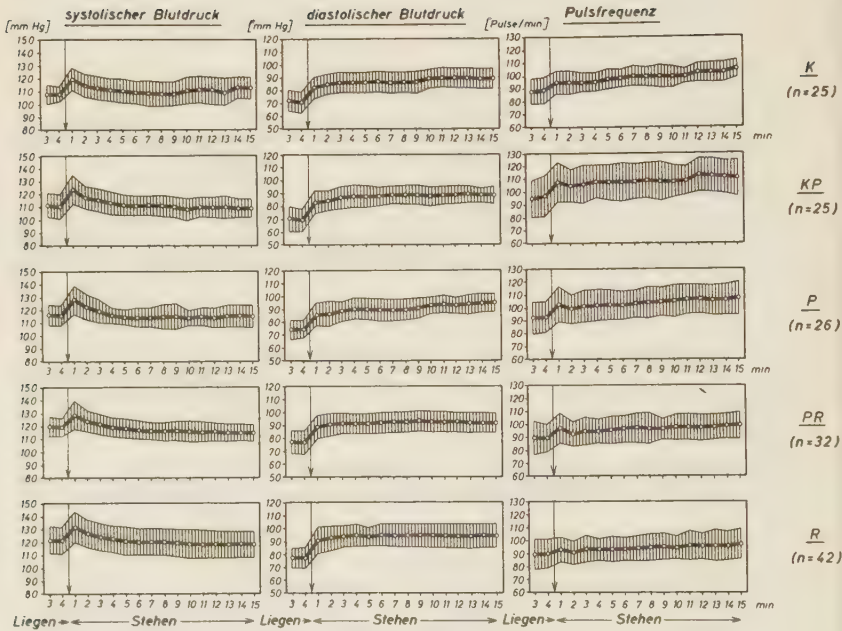


Abb. 2 Veränderung verschiedener Kreislaufgrößen bei 150 Mädchen der Reifungsstufen K bis R

lischen Blutdrucks in der 15. Stehminute noch um rund 4 mm Hg über dem Ruhewert vor dem Aufstehen. Während der Anstieg des diastolischen Blutdrucks in den meisten Reifungsstufen kontinuierlich während der gesamten Stehzeit erfolgte, war bei den Jungen der Reifungsstufe PR von der 8. und bei den weiblichen Versuchspersonen mit vollendeter körperlicher Entwicklung von der 5. Stehminute an keine weitere Zunahme der diastolischen Werte zu beobachten.

Wie aus den Abb. 1 und 2 hervorgeht, sind jedoch in allen Reifungsgruppen die Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen bezüglich der Veränderungen des systolischen und diastolischen Blutdrucks während des Stehens gering. Sie liegen alle unter einem Wert von 5 mm Hg und somit innerhalb der Fehlerbreite unserer Blutdruckmessungen.

Hinsichtlich der Pulsfrequenz war nach dem bereits besprochenen unsystematischen Anstieg unmittelbar nach dem aktiven Aufrichten im weiteren Verlauf der Stehzeit in allen Reifungsstufen unabhängig vom Geschlecht eine kontinuierliche geringfügige Zunahme festzustellen.

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich, daß die Veränderungen der Kreislaufgrößen Pulsfrequenz und Blutdruck während des Stehens keine Geschlechtsabhängigkeit aufweisen. Aus diesem Grunde werden im Folgenden Jungen und Mädchen nicht mehr getrennt besprochen.

Für die Darstellung der Veränderungen der Blutdruckamplitude während des Orthostaseversuches in den einzelnen Reifungsstufen haben wir nicht wie für den systolischen und diastolischen Blutdruck sowie für die Pulsfrequenz die Mittelwerte und Streuungen für jede Minute

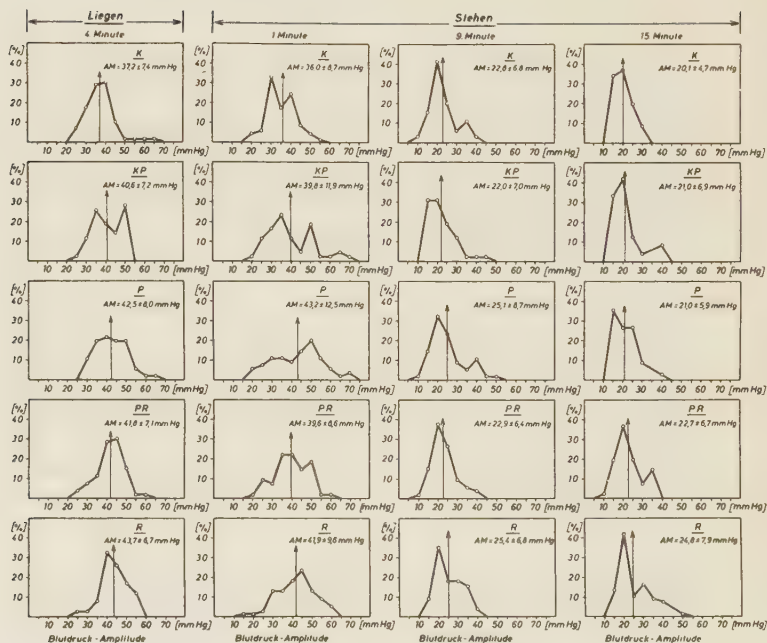


Abb. 3 Prozentuale Häufigkeitsverteilung der Blutdruckamplitude in verschiedenen Phasen eines Orthostaseversuches bei 300 Jungen und Mädchen der Reifungsstufen K bis R

graphisch festgehalten, sondern in Abb. 3 die prozentuale Häufigkeitsverteilung der Blutdruckamplitude bei 300 Jungen und Mädchen der Reifungsstufen K bis R aufgezeigt.

Wie aus Abb. 3 hervorgeht, traten in der ersten Stehminute keine nennenswerten Veränderungen der Blutdruckamplitude gegenüber den Ruhewerten auf. Während in den Reifungsstufen K, KP, PR und R eine geringfügige Einschränkung der Blutdruckamplitude zu beobachten war, ließ sich bei den Heranwachsenden in der Pubertät sogar eine leichte Vergrößerung der Blutdruckamplitude gegenüber den Ruhewerten feststellen. Weiterhin wird deutlich, daß im Verlauf des Orthostaseversuches in allen Reifungsstufen die Blutdruckamplitude fast bis auf die Hälfte der Ruhewerte eingeengt wurde, wobei in der 15. Stehminute die Mittelwertsunterschiede bezüglich der Blutdruckamplitude zwischen den einzelnen Reifungsstufen praktisch verschwunden waren.

Bei den an 338 Kindern und Jugendlichen durchgeführten Orthostaseversuchen mit einer Stehdauer von 15 Minuten mußten wir bei 39 Heranwachsenden den Stehversuch wegen Kreislaufversagens vorzeitig abbrechen. Bei diesen Personen haben wir die quantitativen Veränderungen von systolischem und diastolischem Blutdruck, Blutdruckamplitude und Pulsfrequenz in den letzten 10 Minuten vor Versuchsabbruch beobachtet und die Mittelwerte dieser Kreislaufgrößen errechnet. Zum Vergleich wurden von 39 Versuchspersonen unseres Untersuchungsgutes, welche nach dem Prinzip des gesunden "Zwillings" ausgesucht wurden und die 15 Minuten lang ohne orthostatische Beschwerden stehen konnten, ebenfalls die Mittelwerte von Pulsfrequenz und Blutdruck von der 10. Minute vor Beendigung der Stehzeit (= 6. Stehminute) an bestimmt.

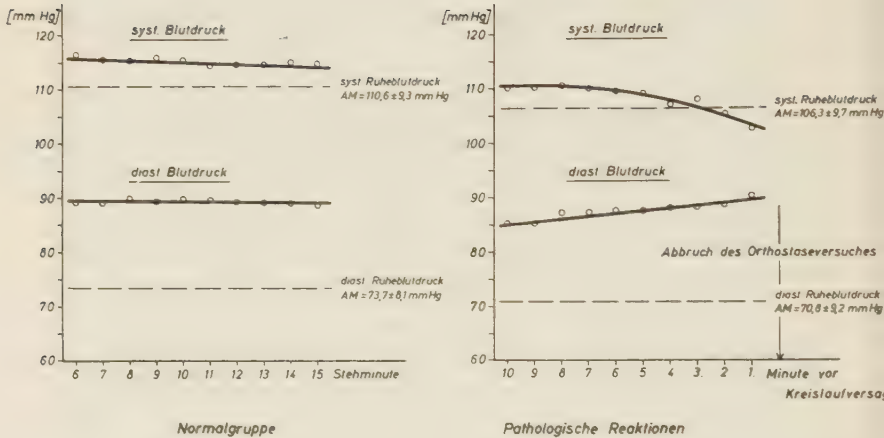


Abb. 4 Durchschnittliche Veränderungen des systolischen und diastolischen Blutdrucks bei 39 gesunden "Zwillingen" (links) und 39 Heranwachsenden mit Kreislaufversagen (rechts). (---- = Ruhemittelwerte des systolischen und diastolischen Blutdrucks in der letzten Liegeminute vor dem Aufstehen; 1 = letzter gemessener Wert in der Minute vor Abbruch des Versuches, 2, 3, 4 usw. = vorhergehende Minuten; $\circ \circ \circ$ = errechnete Mittelwerte; ——— = Trendwerte)

Die Abb. 4 bis 6, in denen die Mittelwerte dieser Kreislaufgrößen graphisch festgehalten sind, ermöglichen einen Vergleich des Verhaltens von Blutdruck und Pulsfrequenz

während des Stehens in beiden Gruppen. In jeder Abbildung zeichneten wir außerdem den Trend der Veränderungen der jeweiligen Kreislaufgrößen ein. Die Ruhewerte des systolischen und diastolischen Blutdrucks, der Blutdruckamplitude sowie der Pulsfrequenz beider Gruppen waren statistisch "nicht signifikant" voneinander unterschieden.

Das Verhalten des systolischen Blutdrucks in der 6. bis 15. Stehminute bei den gesunden "Zwillingen", die ohne orthostatischen Beschwerden bis zur 15. Minute stehen konnten (Abb. 4 li.) zeigt, daß in diesem Zeitraum nur ein geringer Abfall des systolischen Druckes um rund 2 mm Hg stattfand. Die Trendgerade:
 $y[\text{mm Hg}] = 117,0 - 0,2x$ fällt nur ganz geringfügig ab.

Vergleicht man die Veränderungen des systolischen Blutdrucks bei den Personen mit Kreislaufversagen (Abb. 4 re.), so findet man, daß 10 Minuten vor Abbruch des Versuches der Mittelwert des systolischen Blutdrucks noch 4 mm Hg über dem Ruhewert lag, während in der letzten Minute vor Versuchsabbruch der Ruhewert um 4 mm Hg unterschritten wurde. Die Trendkurve:
 $y[\text{mm Hg}] = 101,2 + 2,1x - 0,12x^2$ *) weist die Form einer nach unten geöffneten Parabel auf.

Bei einer Gegenüberstellung der quantitativen Veränderungen des diastolischen Blutdrucks in Abb. 4 sieht man, daß in beiden Gruppen die Mittelwerte des diastolischen Blutdrucks 10 Minuten vor Eintritt des Kreis-

*) Für die Trendberechnungen sind als Abszissenpunkte die Minuten vor dem Kreislaufversagen als - 1, - 2, - 3 usw. angenommen.

laufversagens beziehungsweise vor Beendigung der Stehzeit um rund 15 mm Hg über den entsprechenden Ruhewerten lagen. Während jedoch bei den Heranwachsenden ohne orthostatische Beschwerden (Abb. 4 li.) keine weitere Zunahme der Werte beobachtet werden konnte, stieg der diastolische Blutdruck bei den Personen mit Kreislaufversagen (Abb. 4 re.) noch um weitere 5 mm Hg an. Die Trendwerte ergaben bei den 39 gesunden "Zwillingen" die Gerade: $y_{[\text{mm Hg}]} = 89,7 - 0,05x$, die praktisch parallel zur X-Achse verläuft, während bei den Personen mit Kreislaufversagen eine ansteigende Gerade: $y_{[\text{mm Hg}]} = 90,05 - 0,46x^{*)}$ gefunden wurde.

Am deutlichsten sind beide Gruppen hinsichtlich der quantitativen Veränderungen der Blutdruckamplitude unterschieden (Abb. 5). Während die Abweichungen der Blutdruckamplitude vom Ruhewert am Ende der Stehzeit beziehungsweise 10 Minuten vor Abbruch des Versuches mit 9 beziehungsweise 11 mm Hg praktisch noch gleich waren und die Blutdruckamplitude bei den gesunden "Zwillingen" (Abb. 5 oben) von diesem Zeitpunkt an zusätzlich nur um 2 mm Hg im Durchschnitt eingeengt wurde, war bei den Heranwachsenden, bei denen es zum Kreislaufversagen kam (Abb. 5 unten), im gleichen Zeitraum eine zusätzliche mittlere Einschränkung der Amplitude um 12 mm Hg zu verzeichnen. So weist auch bei den gesunden "Zwillingen" die Trendgerade: $y_{[\text{mm Hg}]} = 28,4 - 0,2x$ nur einen geringen Abfall auf, während in der Gruppe mit Kreislaufversagen eine stark abfallende Trendkurve: $y_{[\text{mm Hg}]} = 10,76 + 2,96x - 0,16x^{2*)}$ mit der Form einer nach unten geöffneten Parabel zu finden ist.

*)Fußnote wie Seite 58 unten.

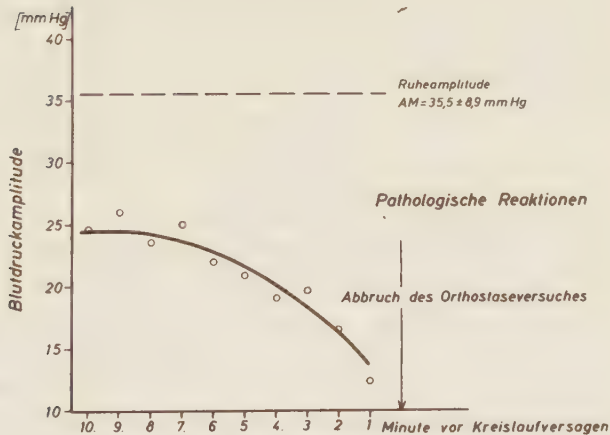
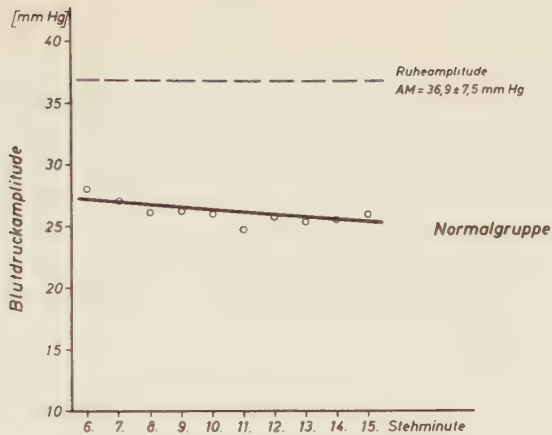


Abb. 5 Durchschnittliche Veränderungen der Blutdruckamplitude bei 39 gesunden "Zwillingen" (oben) und 39 Heranwachsenden mit Kreislaufversagen (unten). (---- = Ruhemittelwert der Blutdruckamplitude in der letzten Liegeminute vor dem Aufstehen; 1 = letzter gemessener Wert in der Minute vor Abbruch des Versuches, 2, 3, 4 usw. = vorhergehende Minuten; ○ ○ ○ = errechnete Mittelwerte; — = Trendwerte)

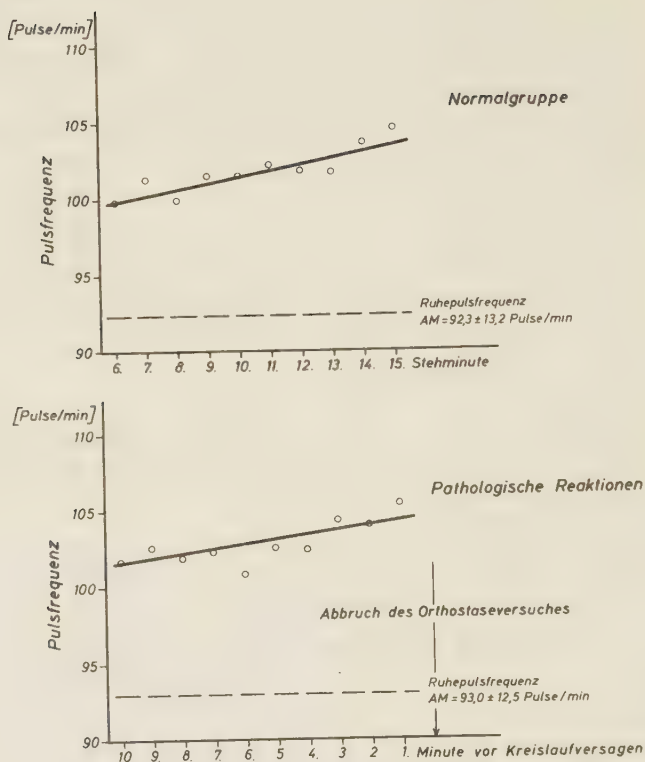


Abb. 6 Durchschnittliche Veränderungen der Pulsfrequenz bei 39 gesunden "Zwillingen" (oben) und 39 Heranwachsenden mit Kreislaufversagen (unten). (---- = Ruhemittelwerte der Pulsfrequenz in der letzten Liegeminute vor dem Aufstehen; 1 = letzter gemessener Wert in der Minute vor Abbruch des Versuches, 2, 3, 4 usw. = vorhergehende Minuten; o o o = errechnete Mittelwerte; — = Trendwerte)

In Abb. 6 sind die Veränderungen der Pulsfrequenz in beiden Gruppen einander gegenübergestellt. Hierbei wird deutlich, daß sich beide Gruppen hinsichtlich des Verhaltens der Pulsfrequenz kaum voneinander unterschieden. Sowohl bei den 39 gesunden "Zwillingen" (Abb. 6 oben) als auch bei den 39 Personen mit Kreislaufversagen (Abb. 6 unten) lag die Pulsfrequenz zu Beginn unserer Beobachtung um rund 8 Schläge/min über dem Ruhewert und stieg danach bis zu 15. Stehminute beziehungsweise bis zum Abbruch des Versuches um weitere 5 beziehungsweise 4 Schläge/min an. Die bei den kreislaufgesunden Jugendlichen ermittelte Trendgerade: ✓

$y[\text{Schläge/min}] = 97,4 + 0,4x$ weist sogar einen geringfügig stärkeren Anstieg auf, als die bei den Heranwachsenden mit Kreislaufversagen gefundene Trendgerade:

$y[\text{Schläge/min}] = 104,66 - 0,34x.$ *)

Um zu prüfen, ob die Veränderungen von Pulsfrequenz und Blutdruck während des Orthostaseversuches eine Abhängigkeit von der körperlichen Entwicklung aufwiesen, haben wir bei den Heranwachsenden der Reifungsstufen K bis R, die wir über eine Stehdauer von 15 Minuten beobachten konnten, die Differenz zu den Ruhewerten dieser Kreislaufgrößen am Ende des Orthostaseversuches berechnet. Da von den 300 Heranwachsenden der Reifungsstufe K bis R (ohne 6- und 8-jährige Kinder) 82 Personen nur über eine Stehdauer von 9 Minuten beobachtet wurden und außerdem bei 17 Kindern und Jugendlichen der Orthostaseversuch wegen Kreislaufversagens vorzeitig abgebrochen werden mußte, standen uns für diese Prüfung nur 201 Heranwachsende zur Verfügung. Die Ergebnisse sind in Tab. 11

*)Fußnote wie Seite 58 unten.

Reifungs- stufe	K			Diff. K: KP	KP			Diff. KP: P	P			Diff. P: PR	PR			Diff. PR: R	R	
	AM	G	n		AM	G	n		AM	G	n		AM	G	n		AM	n
systolischer Blutdruck [mmHg]	3,5	7,6	35	(3,3)				(2,1)	- 1,9	7,5	34	(1,2)	- 3,1	7,2	41	(0,4)	- 2,7	7,7
diastolischer Blutdruck [mmHg]	2,1	6,3	35	(0,3)	2,1	4	7	(2,8)	18,6	8,9	34	(2,9)	15,7	6,4	41	(0,9)	16,6	7,3
Blutdruck- amplitude [mmHg]	-16,4	5,8	35	(3,4)	-19,8	7,8	24	(0,8)	-20,6	7,3	34	(1,7)	-18,9	6,9	41	(0,0)	-18,9	7,8
Puls- frequenz [Schläge/min]	12,0	6,9	34	(0,2)	11,8	10,5	24	(2,4)	14,2	9,3	34	(1,2)	13,0	9,5	41	(1,6)	11,4	9,6

Tab. 11 Differenz zu den Ruhewerten von systolischem und diastolischem Blutdruck, Blutdruck-
amplitude sowie Pulsfrequenz am Ende eines Orthostaseversuches in Abhängigkeit von
der körperlichen Entwicklung. (Prüfung der Mittelwertsunterschiede mit Hilfe der
t - Funktion; () = "nicht signifikant"; ()^x = "wahrscheinlich signifikant"; x =
"signifikant"; xx = "sehr signifikant")

dargestellt. Wie daraus zu ersehen ist, wurde der Abfall des systolischen Blutdrucks während des Stehens mit zunehmender körperlicher Reifung stärker. So betrug die Differenz des systolischen Blutdrucks in der 15. Stehminute bei den Kindern der Reifungsstufe K + 3,5 mm Hg, während der systolische Druck am Ende der Stehzeit bei den Personen der Reifungsstufen PR und R den Ruhewert durchschnittlich um - 3,1 beziehungsweise - 2,7 mm Hg unterschritt. Zwar konnten in den aufeinanderfolgenden Reifungsstufen keine "signifikanten" Mittelwertsunterschiede gefunden werden, doch waren die Veränderungen des systolischen Blutdrucks während des Orthostaseversuches bei den Kindern der Reifungsstufe K "signifikant" von denen der Heranwachsenden der Reifungsstufen PR und R unterschieden.

Bezüglich der Veränderungen des diastolischen Blutdrucks kann man eine umgekehrte Tendenz erkennen. Hier war der Anstieg der diastolischen Werte bei den Kindern ausgeprägter als bei den Jugendlichen mit fortgeschrittener beziehungsweise vollendeter körperlicher Entwicklung. Während bei den Heranwachsenden auf kindlicher Entwicklungsstufe beziehungsweise in der Präpubertät bis zur 15. Minute ein Anstieg der diastolischen Werte um 21,1 beziehungsweise 21,4 mm Hg im Durchschnitt zu verzeichnen war, nahm bei den Personen der Reifungsstufen PR und R der diastolische Blutdruck bis zur 15. Stehminute nur noch um 15,7 und 16,6 mm Hg im Mittel zu. Es konnten ebenso wie bei den Veränderungen des systolischen Blutdrucks in den aufeinanderfolgenden Reifungsstufen keine "signifikanten" Unterschiede gefunden werden, doch waren wiederum "signifikante" Unterschiede bezüglich des Anstiegs des diastolischen Blutdrucks

zwischen den Kindern der Reifungsstufe K und den Personen der Reifungsstufen PR und R nachweisbar. Es muß allerdings darauf hingewiesen werden, daß der sich rechnerisch als "signifikant" erweisende Unterschied zwischen der Gruppe K und R im Wert von 4,5 mm Hg unter der bei unserer Meßanordnung vorhandenen Meßgenauigkeit von ≥ 5 mm Hg lag.

Aus dem Verhalten des systolischen und diastolischen Blutdrucks während des Orthostaseversuches in den einzelnen Reifungsstufen läßt sich folgern, daß die Veränderungen der Blutdruckamplitude während des Stehens in allen Reifungsstufen praktisch gleich sein müssen. Diese Annahme wurde durch die Errechnung der Differenzen zu den Ruhewerten am Ende des Orthostaseversuches bestätigt. Man sieht in Tab. 11, daß die Blutdruckamplitude in allen Reifungsstufen um 16,5 bis 20,5 mm Hg eingeengt wurde. Weder in den aufeinanderfolgenden Reifungsstufen noch beim Vergleich der Mittelwerte bei den Heranwachsenden der Reifungsstufe K mit denen bei Personen der Reifungsstufen PR und R konnten "signifikante" Unterschiede nachgewiesen werden.

Hinsichtlich der Veränderungen der Pulsfrequenz während des Orthostaseversuches ergab sich keine Abhängigkeit von der körperlichen Entwicklung. In allen Reifungsstufen nahm die Pulsfrequenz bis zur 15. Stehminute um 11 bis 14 mm Hg zu.

Zusammenfassend läßt sich demnach über die Abhängigkeit der Veränderungen von Pulsfrequenz und Blutdruck während des Orthostaseversuches von der körperlichen Entwicklung folgendes feststellen: Bezüglich der Veränderungen des systolischen und diastolischen Blutdrucks ist eine Ab-

hängigkeit von der körperlichen Entwicklung vorhanden, da der Abfall des systolischen Blutdrucks während des Stehens mit zunehmendem Reifungsgrad stärker wurde, während andererseits der Anstieg des diastolischen Druckes sich mit fortschreitender körperlicher Entwicklung verringerte. Aus diesem Verhalten des systolischen und diastolischen Blutdrucks in den einzelnen Reifungsstufen ergab sich für die Blutdruckamplitude im Verlauf des Orthostaseversuches eine gleichmäßige Einengung in allen Reifungsstufen. Bezüglich der durch das Stehen bedingten Veränderungen der Pulsfrequenz konnte keine Abhängigkeit von der körperlichen Entwicklung nachgewiesen werden.

c) Abhängigkeit orthostatisch bedingter Kreislaufreaktionen von Alter, Geschlecht und körperlicher Entwicklung

Unter Zugrundelegung der Einteilung von KIRCHHOFF und EICHLER (16) und der von BETTAG-KAUFMANN (4) sowie RUTENFRANZ, HOCKE, BETTAG und KAUFMANN (25) vorgeschlagenen quantitativen Kriterien fanden wir bei Orthostaseversuchen an 338 Heranwachsenden, die wir über eine Stehdauer von 15 Minuten beobachten konnten, bei 175 Personen eine "normale orthostatische Kreislaufregulation", bei 120 Heranwachsenden eine "orthostatische Labilität" und bei 43 Kindern und Jugendlichen eine "orthostatische Kreislaufregulationsstörung". In Tab. 12 sind die Ergebnisse unserer Untersuchungen in 3 Altersabschnitten nach Geschlecht der Heranwachsenden getrennt dargestellt.

Wie aus Tab. 12 hervorgeht, wiesen im Alter zwischen 12 und 14 Jahren nur 1/3 der Jungen und Mädchen eine normale

Alters- abschnitt Jahre	Geschlecht	normale orthostat. Kreislaufregulation		orthostatistische Labilität		orthostatistische Kreislaufregulations- störung		Gesamtzahl
		Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	
6 bis 10	♂	41	51,3 %	26	32,5 %	13	16,2 %	80
	♀	34	41,0 %	32	38,5 %	17	20,5 %	83
12 bis 14	♂	10	38,5 %	14	53,8 %	2	7,7 %	26
	♀	14	32,6 %	25	58,1 %	4	9,3 %	43
16 bis 18	♂	32	69,6 %	11	23,9 %	3	6,5 %	46
	♀	44	73,3 %	12	20,0 %	4	6,7 %	60

Tab. 12 Ergebnisse von Orthostaterversuchen an 338 Kindern und Jugendlichen im Alter zwischen 6 und 18 Jahren

orthostatische Kreislaufregulation auf. Zwischen 6. und 10. Lebensjahr zeigten fast die Hälfte und zwischen 16 und 18 Jahren mehr als $\frac{2}{3}$ der Heranwachsenden eine normale orthostatische Kreislaufregulation. Während vor allem im Alter zwischen 12 und 14 Jahren mehr als die Hälfte der Kinder und Jugendlichen orthostatisch labil waren, lag das Häufigkeitsmaximum der Kreislaufregulationsstörung bei den 6- bis 10-jährigen Heranwachsenden.

Für die Prüfung der Abhängigkeit orthostatisch bedingter Kreislaufreaktionen von Lebensalter, körperlicher Entwicklung und Geschlecht faßten wir die Gruppen mit orthostatischer Kreislaufregulationsstörung und orthostatischer Labilität zu einer Gruppe unter der Bezeichnung "pathologische orthostatische Kreislaufreaktionen" zusammen und stellten sie der Gruppe mit normaler orthostatischer Kreislaufreaktion gegenüber. Dieses Vorgehen ist insofern berechtigt, als die orthostatische Labilität ebenso wie die Kreislaufregulationsstörung aufgrund der erwähnten Kriterien eindeutig von der normalen Kreislaufregulation unterschieden ist. Damit wird keineswegs die Einteilung pathologischer Reaktionen in orthostatische Labilität und orthostatische Regulationsstörung, die für die Beurteilung des Einzelfalles von großer Bedeutung ist, angetastet.

Von den 338 Personen, die wir über eine Stehdauer von 15 Minuten beobachten konnten, waren 152 Heranwachsende männlichen und 186 Kinder und Jugendliche weiblichen Geschlechts. In Tab. 13 ist die Anzahl sowie die prozentuale Häufigkeit der Heranwachsenden mit normalen und pathologischen Kreislaufreaktionen nach Geschlechtern getrennt dargestellt.

Versuchs- personen	KNABEN		MÄDCHEN	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
normale orthostatische Kreislaufreaktion	83	54,6 %	92	49,5 %
pathologische orthostatische Kreislaufreaktion	69	45,4 %	94	50,5 %

Tab. 13 Anzahl und prozentuale Häufigkeit normaler und pathologischer orthostatischer Kreislaufreaktionen bei 152 Knaben und 186 Mädchen im Alter zwischen 6 und 18 Jahren

Wie aus dieser Tabelle zu ersehen ist, wiesen die Mädchen prozentual häufiger pathologische orthostatische Kreislaufreaktionen auf als die Jungen. Die statistische Überprüfung des Ergebnisses mit Hilfe der χ^2 -Methode ergab jedoch, daß beide Gruppen mit einer Wahrscheinlichkeit p von 70% der gleichen Grundgesamtheit entstammen können. Dies bedeutet, daß keine Geschlechtsabhängigkeit bezüglich der orthostatisch bedingten Kreislaufreaktionen vorliegt.

Aufgrund dieses Ergebnisses sind wir berechtigt, zur Prüfung der Frage der Abhängigkeit orthostatisch be-

dingter Kreislaufreaktionen von Alter und körperlicher Entwicklung die bei Knaben und Mädchen beobachteten Kreislaufreaktionen ohne Berücksichtigung des Geschlechts zusammenzufassen.

Tab. 14 bringt die Verteilung der bei unserem Untersuchungsgut beobachteten normalen und pathologischen orthostatischen Reaktionen auf die Altersstufen.

Aus Tab. 14 ist aufgrund der unterschiedlichen Gruppenstärke nicht ohne weiteres zu erkennen, in welchem Alter beispielsweise pathologische orthostatische Reaktionen besonders häufig vorkommen oder ob eine gleichmäßige Verteilung dieser Reaktionen in allen Altersgruppen vorliegt. Wir errechneten daher die prozentuale Häufigkeit normaler und pathologischer Kreislaufreaktionen in jeder Altersklasse und stellten das Ergebnis in Abb. 7 dar.

Bei Betrachtung der Abb. 7 fällt auf, daß nur die Hälfte der 6-jährigen Kinder während des Stehens eine normale Kreislaufreaktion zeigten. In den folgenden Altersgruppen nahm die Häufigkeit pathologischer orthostatischer Reaktionen zu bis bei den 12-jährigen Heranwachsenden mit über 70% pathologischer Reaktionen das Häufigkeitsmaximum erreicht war. Bei den 14-jährigen Jugendlichen war bereits ein Rückgang der Häufigkeit pathologischer Reaktionen zu verzeichnen, während bei den 16 und 18-jährigen Personen nur noch rund $\frac{1}{3}$ beziehungsweise $\frac{1}{4}$ der untersuchten Personen pathologische Kreislaufreaktionen aufwiesen.

Alter [Jahre]	6	8	10	12	14	16	18
normale orthostatische Kreislaufreaktion	30	28	18	8	16	34	42
pathologische orthostatische Kreislaufreaktion	30	32	25	21	24	17	13
Anzahl der Heranwachsenden	60	60	43	29	40	51	55

Tab. 14 Anzahl der bei Orthostaseversuchen an 338 Heranwachsenden beiderlei Geschlechts beobachteten normalen und pathologischen orthostatischen Kreislaufreaktionen in verschiedenen Altersstufen

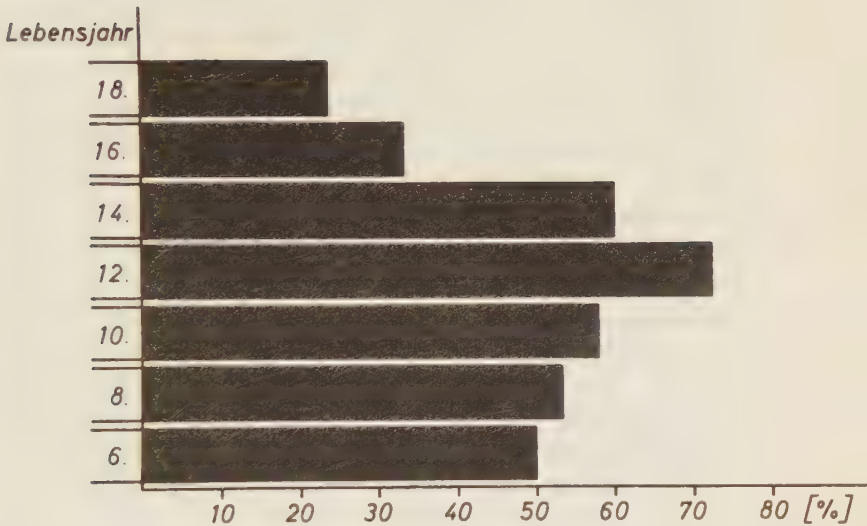


Abb. 7 Prozentuale Häufigkeit pathologischer orthostatischer Kreislaufreaktionen in verschiedenen Altersstufen bei 338 Kindern und Jugendlichen im Alter zwischen 6 und 18 Jahren

Die Ergebnisse der Prüfung der Altersabhängigkeit orthostatisch bedingter Kreislaufreaktionen mit Hilfe der χ^2 -Methode stellten wir in Tab. 15 zusammen. Danach fanden wir in den aufeinanderfolgenden Altersgruppen nur zwischen den 14 und 16-jährigen Heranwachsenden einen "signifikanten" Unterschied. Bei allen übrigen aufeinanderfolgenden Altersgruppen war die Wahrscheinlichkeit p, nach der der gefundene Unterschied als zufallsbedingt erwartet werden kann $> 5\%$. Nun verglichen wir mit Hilfe der χ^2 -Methode die orthostatisch bedingten Kreislaufreaktionen zwischen den 6 und 10, 6 und 12, 6 und 14, 6 und 16 sowie 6 und 18-jährigen Personen und fanden zwischen den 6 und 12-jährigen einen "signifikanten" sowie zwischen den 6 und 18-jährigen einen "sehr signifikanten" Unterschied. Die Gegenüberstellung der 6-jährigen Kinder mit den übrigen Altersgruppen erwies sich als "nicht signifikant". Ebenso verfahren wir mit der Altersgruppe der 8-jährigen Kinder, die wir mit den 10, 12, 14, 16 und 18-jährigen Heranwachsenden verglichen. Dabei konnten wir zwischen den 8 und 12-jährigen einen "wahrscheinlich signifikanten", zwischen den 8 und 16-jährigen einen "signifikanten" sowie zwischen den 8 und 18-jährigen Heranwachsenden einen "sehr signifikanten" Unterschied hinsichtlich der Häufigkeit orthostatisch bedingter Kreislaufreaktionen nachweisen. Bei der gleichartigen Behandlung der Altersgruppe der 10-jährigen Heranwachsenden wurde gegenüber den 16-jährigen ein "signifikanter" und gegenüber den 18-jährigen Personen ein "sehr signifikanter" Unterschied hinsichtlich der orthostatisch bedingten Reaktionen deutlich. Die 12-jährigen Heranwachsenden waren bei der entsprechenden Prüfung "sehr signifikant" sowohl von den 16-jährigen als auch von den 18-jährigen Personen unterschieden.

Alter Jahre	6	8	10	12	14	16	18
6	—	()	()	X	()	()	XX
8		—	()	() ^x	()	X	XX
10			—	()	()	X	XX
12				—	()	XX	XX
14					—	X	XX
16						—	()
18							—

Tab. 15 Ergebnisse der Prüfung der Altersabhängigkeit orthostatisch bedingter Kreislaufreaktionen mit Hilfe der χ^2 -Methode. () = "nicht signifikant"; ()^x = "wahrscheinlich signifikant"; x = "signifikant"; xx = "sehr signifikant")

Aufgrund dieser Ergebnisse können wir darum zusammenfassend feststellen, daß eine Abhängigkeit orthostatisch bedingter Kreislaufreaktionen vom Lebensalter besteht. Es zeigte sich bereits im Alter von 6 Jahren ein relativ häufiges Vorkommen pathologischer orthostatischer Reaktionen. Mit zunehmendem Alter war ein weiterer Häufigkeitsanstieg mit einem Maximum im 12. Lebensjahr zu beobachten, während in den folgenden Jahren eine

starke Abnahme der Häufigkeit pathologischer orthostatischer Kreislaufreaktionen zu verzeichnen war.

Zur Prüfung der Abhängigkeit orthostatisch bedingter Kreislaufreaktionen von der körperlichen Entwicklung gingen wir wie bei der Untersuchung der Abhängigkeit vom Lebensalter vor. In Tab. 16 ist die Verteilung der bei unserem Untersuchungsgut beobachteten normalen und pathologischen orthostatischen Reaktionen auf die Reifungsstufen K bis R aufgeführt.

Reifungsstufen	K	KP	P	PR	R
normale orthostatische Kreislaufreaktion	72	9	15	26	53
pathologische orthostatische Kreislaufreaktion	89	20	19	17	18
Anzahl der Heranwachsenden	161	29	34	43	71

Tab. 16 Anzahl der bei Orthostaseversuchen an 338 Heranwachsenden beiderlei Geschlechts beobachteten normalen und pathologischen orthostatischen Kreislaufreaktionen in verschiedenen Reifungsstufen

Da sich auch hier aufgrund der unterschiedlichen Gruppenstärken keine direkten Angaben über die Häufigkeit normaler oder pathologischer orthostatischer Kreislauf-

reaktionen in den einzelnen Reifungsstufen machen ließen, errechneten wir in jeder Reifungsstufe die prozentuale Häufigkeit normaler und pathologischer Reaktionen und stellten die Ergebnisse in Abb. 8 dar.

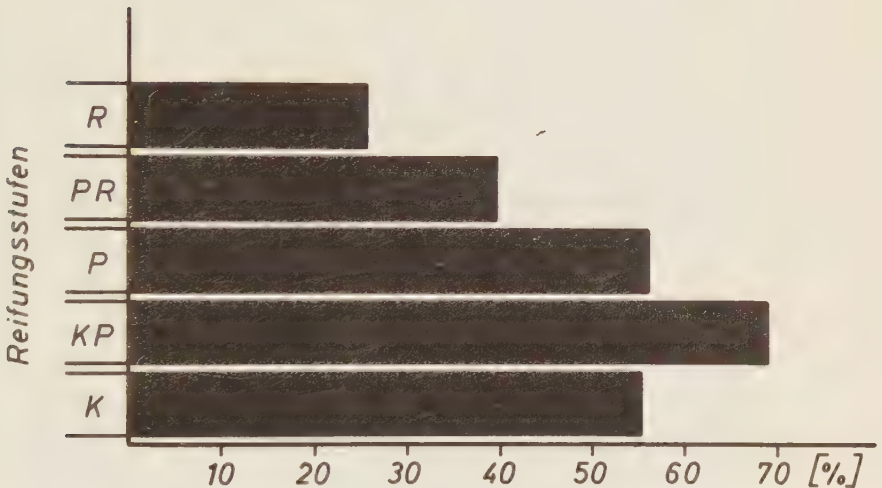


Abb. 8 Prozentuale Häufigkeit pathologischer orthostatischer Kreislaufreaktionen in verschiedenen Reifungsstufen bei 338 Heranwachsenden beiderlei Geschlechts

Bei Betrachtung der Abbildung wird deutlich, daß bei den "Kindern" und Pubertierenden pathologische Reaktionen etwa gleich häufig vorkamen, während das Häufigkeits-

Reifungs- stufe	K	KP	P	PR	R
K	—	()	()	X	XX
KP		—	()	X	XX
P			—	X	XX
PR				—	()
R					—

Tab.17 Ergebnisse der Prüfung der Abhängigkeit ortho-
statisch bedingter Kreislaufreaktionen von der
körperlichen Entwicklung mit Hilfe der χ^2 -Methode.
(() = "nicht signifikant"; ()^x = "wahrscheinlich
signifikant"; x = "signifikant"; xx = "sehr signifi-
kant")

maximum in der Präpubertät lag. Bei den Heranwachsenden der Reifungsstufe PR traten pathologische Reaktionen noch in 40% der Fälle und bei den Personen mit vollendeter körperlicher Entwicklung nur noch in 25% der Fälle auf.

Bei der statistischen Prüfung der Ergebnisse mit Hilfe der χ^2 -Methode, was in Tab. 17 aufgezeigt ist, konnten hin-

sichtlich der orthostatisch bedingten Reaktionen zwischen den Heranwachsenden der Reifungsstufen K, KP und P keine "signifikanten" Unterschiede gefunden werden, während die Heranwachsenden der Reifungsstufen K bis P "signifikant" von denen der Reifungsstufe PR und "sehr signifikant" von den Personen mit vollendeter körperlicher Entwicklung bezüglich der orthostatisch bedingten Kreislaufreaktionen unterschieden waren.

Somit liegt ebenfalls eine Abhängigkeit orthostatisch bedingter Kreislaufreaktionen von der körperlichen Entwicklung vor, da die Personen der Reifungsstufen PR und R von den Heranwachsenden der Reifungsstufen K bis P "signifikant" beziehungsweise "sehr signifikant" unterschieden waren.

Betrachtet man nun die von uns gefundenen Ergebnisse über die Abhängigkeit orthostatisch bedingter Kreislaufreaktionen im Zusammenhang, so läßt sich feststellen, daß es im Alter zwischen 12 und 18 Jahren beziehungsweise im Zeitraum zwischen Präpubertät und vollendeter Reife praktisch gleichgültig ist, ob man orthostatisch bedingte Reaktionen in Beziehung zum Lebensalter oder zur körperlichen Entwicklung setzt. Wir konnten in beiden Fällen insofern eine Abhängigkeit nachweisen, als pathologische orthostatische Reaktionen im Alter zwischen 16 und 18 Jahren beziehungsweise bei den höheren Reifungsgraden PR und R wesentlich seltener auftraten als im Alter zwischen 12 und 14 Jahren beziehungsweise in der Präpubertät und Pubertät. Dies wird verständlich, wenn man bedenkt, daß in unserem Untersuchungsgut das durchschnittliche Alter der Kinder in der Präpubertät bei 12,5, das der Heranwachsenden in der Pubertät bei 14,2, das der Reifungsstufe PR bei 16,1 und schließlich

das der Personen mit vollendeter körperlicher Entwicklung bei 18,1 Jahren lag (siehe auch Tab. 4a und b Seite 22/23 und Tab. 5 Seite 26).

Auch im Altersabschnitt zwischen 6 und 12 Jahren lag eine klare Abhängigkeit orthostatisch bedingter Kreislaufreaktionen vom Lebensalter vor, da der prozentuale Anteil pathologischer orthostatischer Reaktionen bei den 8-jährigen und 6-jährigen Kindern deutlich geringer war als bei den Heranwachsenden im Alter von 12 Jahren. Eine Beziehung orthostatisch bedingter Reaktionen zur körperlichen Entwicklung konnte dagegen in diesem Lebensabschnitt bei der Gegenüberstellung der Heranwachsenden auf kindlicher Entwicklungsstufe und der Kinder der Präpubertät nicht beobachtet werden.

Es erscheint aus diesem Grunde wenig sinnvoll, zur Prüfung der Frage einer Abhängigkeit orthostatisch bedingter Kreislaufreaktionen von der körperlichen Entwicklung, Heranwachsende auf kindlicher Entwicklungsstufe mit denen der Präpubertät zu vergleichen, da sich ein Einfluß der körperlichen Reifung auf die orthostatische Kreislaufregulation offensichtlich erst nach Einsetzen der geschlechtlichen Reifung nachweisen läßt. Bei vorsichtiger Interpretation unserer Ergebnisse läßt sich daher folgender Schluß ziehen:

Es genügt allein die Beobachtung der Altersabhängigkeit orthostatisch bedingter Kreislaufreaktionen, da die Zugrundelegung von körperlichen Reifungsstufen, deren Einteilung auf äußerlich sichtbaren körperlichen Merkmalen basiert, demgegenüber keinen Informationsgewinn bringt, sondern im Gegenteil sogar bestehende altersbedingte Unterschiede im Zeitraum zwischen 6. und 12. Lebensjahr verwischen kann.

Da mehrere Autoren über eine Häufung orthostatischer Kreislaufstörungen bei Akzelerierten berichteten, soll abschließend aufgrund der Ergebnisse von Orthostaseversuchen an 39 Heranwachsenden aus unserem Untersuchungsgut, die eine körperliche Entwicklungsbeschleunigung aufwiesen, geprüft werden, ob eine Abhängigkeit orthostatisch bedingter Kreislaufreaktionen von der Akzeleration vorliegt. Dazu haben wir die Orthostasereaktionen dieser 39 Akzelerierten, die alle hinsichtlich ihrer Körpergröße den von VOGT (36) angegebenen 2 σ -Streubereich überschritten, mit den orthostatischen Reaktionen von 39 anderen Heranwachsenden verglichen, die eine normale körperliche Entwicklung aufwiesen. Um möglichst auswahlfreie Stichproben zu erhalten, haben wir unter Verwendung einer Tabelle mit zufällig angeordneten Zahlen aus jeder Altersgruppe ebenso viele Heranwachsende mit normaler körperlicher Entwicklung herausgegriffen wie Akzelerierte vorhanden waren.

So konnten wir feststellen, daß von den 39 Akzelerierten 16 Personen eine normale und 23 Personen eine pathologische orthostatische Kreislaufregulation aufwiesen, während bei den 39 Heranwachsenden mit normaler körperlicher Entwicklung 22 Personen eine normale und 17 Personen eine pathologische orthostatische Kreislaufreaktion zeigten.

Wir fanden also bei den Akzelerierten in unserem Untersuchungsgut ein zahlenmäßiges und prozentual häufigeres Auftreten von pathologischen orthostatischen Kreislaufreaktionen als bei den Heranwachsenden mit normaler körperlicher Entwicklung.

Bei der Prüfung dieser Ergebnisse mit Hilfe der χ^2 -Methode fanden wir jedoch, daß die Akzelerierten hinsichtlich der orthostatisch bedingten Kreislaufreaktionen "nicht signifikant" von den Heranwachsenden mit normaler körperlicher Entwicklung unterschieden waren. Somit erscheint es aufgrund unseres, für diese Fragestellung jedoch noch nicht genügend großen Untersuchungsgutes nicht berechtigt, von einer Häufung pathologischer orthostatischer Reaktionen bei Akzelerierten zu sprechen.

7. Diskussion der Ergebnisse

Betrachtet man die Ergebnisse unserer Untersuchungen im Zusammenhang und vergleicht sie mit den in der Literatur vorliegenden Befunden, so lassen sich folgende Übereinstimmungen und Unterschiede feststellen:

Wie bereits in unserer Literaturübersicht besprochen, war SCHMIDT-VOIGT (34) der einzige Untersucher, der Angaben über die Häufigkeit orthostatisch bedingter Kreislaufreaktionen in verschiedenen Altersabschnitten brachte. Die von ihm beobachtete Häufung orthostatischer Kreislaufstörungen im Alter zwischen 16 und 20 Jahren steht in deutlichem Gegensatz zu den bei unserem Untersuchungsgut erhobenen Befunden. Im Unterschied zu den Ergebnissen von SCHMIDT-VOIGT fanden wir gerade bei den 16 und 18-jährigen Personen die geringste prozentuale Häufigkeit pathologischer orthostatischer Reaktionen, während das Häufigkeitsmaximum dieser Störungen bei unserem Untersuchungsgut im Alter zwischen 10 und 14 Jahren lag. Für die von unseren Befunden so stark abweichenden Beobachtungen von SCHMIDT-VOIGT können wohl kaum allein die methodischen Unterschiede als Erklärung herangezogen werden. So benutzte SCHMIDT-VOIGT im Gegensatz zu uns für die Blutdruckmessung bei Kindern keine optimalen Manschettenbreiten und führte seine Beurteilung der Ergebnisse in Anlehnung an SCHELLONG nach qualitativen Gesichtspunkten durch. Vielmehr liegt die Ursache der unseren Ergebnissen praktisch entgegengesetzten Beobachtungen von SCHMIDT-VOIGT in der andersartigen Zusammensetzung seines Untersuchungsgutes. Die von ihm untersuchten Personen waren Patienten, die aufgrund ihrer Beschwerden, die beim Stehen auftraten,

den Arzt aufsuchten. Es wäre durchaus denkbar, daß ein hoher Prozentsatz der Jugendlichen im Alter zwischen 16 und 18 Jahren, bei denen SCHMIDT-VOIGT eine orthostatische Kreislaufstörung diagnostizierte, in Berufen mit langen Stehzeiten, wie beispielsweise im Ladenverkauf, tätig waren. Es ist jedenfalls verständlich, daß Jugendliche, deren Berufsausübung durch orthostatische Beschwerden gefährdet oder zumindest erschwert wird, am ehesten den Arzt aufsuchen.

Völlig andere Verhältnisse liegen aber im Kindesalter vor. Die meisten Kinder werden bis zum Eintritt ins Berufsleben niemals den dort üblichen orthostatischen Anforderungen unterzogen. Dazu kommt die bekannte Tatsache, daß bei allen Kindern ein starker Bewegungsdrang vorherrscht; sie können, wie treffend gesagt wird, noch nicht einmal still sitzen. So wird eine eventuell vorhandene orthostatische Kreislaufstörung im allgemeinen weder den Kindern selbst noch deren Eltern auffallen. Bezeichnenderweise hatte keines der von uns untersuchten Kinder mit pathologischen orthostatischen Kreislaufreaktionen ähnliche Beschwerden, wie sie während des 15-minütigen ruhigen Stehens auftraten, jemals vorher bemerkt. Somit ist auch verständlich, warum in dem großen Patientengut von SCHMIDT-VOIGT ein so geringer Prozentsatz von Heranwachsenden zwischen 6 und 15 Jahren mit orthostatischen Kreislaufstörungen vorhanden war.

Ebenso wie KIRCHHOFF (15) sowie KIRCHHOFF und EICHLER (16) konnten wir eine Abhängigkeit orthostatisch bedingter Kreislaufreaktionen von der körperlichen Entwicklung feststellen und fanden gleichfalls ein Häufigkeitsmaximum pathologischer orthostatischer Kreislaufreaktionen in der Präpubertät. Die von uns nachgewiesene Abhängigkeit

von der körperlichen Entwicklung war jedoch nur zwischen den Reifungsstufen KP bis R zu beobachten, während KIRCHHOFF und EICHLER auch zwischen den kindlich Entwickelten und den Heranwachsenden in der Präpubertät einen deutlichen Unterschied bezüglich der orthostatisch bedingten Kreislaufreaktionen fanden. Wie wir aufgrund unserer Untersuchungen feststellen konnten, besteht aber in diesem Lebensabschnitt lediglich eine Abhängigkeit orthostatisch bedingter Kreislaufreaktionen vom Lebensalter. Zwar traten bei unseren Kindern der Reifungsstufe K, die eine altersmäßige Besetzung mit Personen zwischen 6 und 10 Jahren aufwies, seltener pathologische orthostatische Reaktionen auf als bei den Heranwachsenden der Präpubertät, doch war zwischen beiden Gruppen hinsichtlich der orthostatisch bedingten Reaktionen bei der statistischen Prüfung kein "signifikanter" Unterschied festzustellen. Andererseits waren bei der Prüfung der Altersabhängigkeit orthostatisch bedingter Kreislaufreaktionen die 6-jährigen "signifikant" und die 8-jährigen Kinder noch "wahrscheinlich signifikant" von den 12-jährigen Heranwachsenden unterschieden.

Bei einer nachträglich von uns durchgeführten statistischen Prüfung der Ergebnisse von KIRCHHOFF und EICHLER mit Hilfe der χ^2 -Methode fanden wir einen "signifikanten" Unterschied bezüglich des Kreislaufverhaltens beim Stehversuch zwischen den Kindern der Reifungsstufen K und KP. Da jedoch von diesen Untersuchern nicht angegeben wurde, welches Alter die bei ihren Untersuchungen unter der Reifungsstufe K zusammengefaßten Kinder aufwiesen, läßt sich lediglich vermuten, daß der von KIRCHHOFF und EICHLER beobachtete Unterschied im Kreislaufverhalten während des Stehens zwischen den kindlich Entwickelten und den Heran-

wachsenden der Präpubertät nur scheinbar durch die körperliche Entwicklung bedingt war, während tatsächlich eine Abhängigkeit vom Lebensalter vorlag. Diese Vermutung läßt sich durch folgende Überlegung stützen: Würden wir beispielsweise in der Reifungsstufe K nur die Kinder unseres Untersuchungsgutes im Alter von 6 oder 8 Jahren zusammenfassen und denen der Präpubertät gegenüberstellen, so fänden wir ebenfalls einen "signifikanten" Unterschied zwischen den Reifungsstufen K und KP hinsichtlich des Kreislaufverhaltens beim Stehen, der aber in Wirklichkeit nicht von der körperlichen Entwicklung sondern vom Lebensalter abhängt, was ja bei der Prüfung der Altersabhängigkeit bei unserem Untersuchungsgut deutlich wurde.

Die Auffassung von KIRCHHOFF und EICHLER, daß die Beziehungen zur körperlichen Entwicklung wesentlich fester seien als zum Lebensalter, stützt sich nicht nur auf die Ergebnisse von Orthostaseversuchen sondern auch auf die Beobachtungen bei vollständigen Kreislaufanalysen, die wir im Rahmen unserer Untersuchungen nicht durchführen konnten. Allerdings wurden von diesen Untersuchern orthostatische Kreislaufreaktionen nur in Beziehung zur körperlichen Entwicklung gebracht und keine vergleichende Prüfung für eine eventuell vorliegende Altersabhängigkeit vorgenommen.

Wir hingegen konnten feststellen, daß keine deutlichere Abhängigkeit orthostastisch bedingter Kreislaufreaktionen zur körperlichen Entwicklung als zum Lebensalter vorliegt und daß die Beobachtung der Abhängigkeit orthostatischer Reaktionen von der körperlichen Entwicklung gegenüber der vom Lebensalter keinen Informationsgewinn mit sich bringt. Im Alter zwischen 6. und

12. Lebensjahr läßt sich im Gegenteil eine Abhängigkeit orthostatischer Reaktionen nur vom Lebensalter, nicht aber von der körperlichen Entwicklung nachweisen.

In unserem Untersuchungsgut traten bei den Mädchen prozentual häufiger pathologische orthostatische Kreislaufreaktionen auf als bei den Knaben. Jedoch wurde statistisch kein "signifikanter" Unterschied zwischen beiden Gruppen gefunden (siehe Tab. 13). Dies bedeutet, daß keine Geschlechtsdisposition zu pathologischen orthostatischen Reaktionen vorliegt, womit wir die Ergebnisse von WECHSELBERG und MOTAMEDI (37) voll bestätigen konnten.

Wie bereits in unserer Literaturübersicht dargelegt, sollen nach Ansicht verschiedener Autoren pathologische orthostatische Kreislaufreaktionen bevorzugt bei Akzelerierten auftreten. Dabei wurde schon darauf hingewiesen, daß die meisten Aussagen weder durch Zahlenangaben noch Abbildungen oder statistische Überprüfungen belegt wurden.

Bei 39 Akzelerierten unseres Untersuchungsgutes konnten wir zwar ein zahlenmäßig häufigeres Vorkommen pathologischer orthostatischer Reaktionen als bei der Vergleichsgruppe mit normaler körperlicher Entwicklung beobachten, jedoch erwies sich der gefundene Unterschied bei einer statistischen Überprüfung als "nicht signifikant". Infolgedessen können wir aufgrund unserer Ergebnisse eine besondere Anfälligkeit der Akzelerierten hinsichtlich pathologischer orthostatischer Kreislaufreaktionen nicht bestätigen, doch war das Untersuchungsgut zur Entscheidung dieser Frage zweifellos zu klein.

Betrachtet man zum Vergleich die Untersuchungsergebnisse von WECHSELBERG und MOTAMEDI (37) (Tab. 3), so fällt ebenfalls ein zahlenmäßig häufigeres Vorkommen von orthostatischen Kreislaufstörungen bei Akzelerierten auf. Wir halten es jedoch im Gegensatz zu WECHSELBERG und MOTAMEDI nicht für gerechtfertigt, daraus auf eine Disposition der größenakzelerierten Kinder zu dieser Krankheit zu schließen, da sich weder in unserem Untersuchungsgut, noch im Untersuchungsgut von WECHSELBERG und MOTAMEDI eine überzufällige Häufigkeit dieser Erkrankung bei größenakzelerierten Kindern nachweisen ließ.

III. Zusammenfassung

Nach einer Besprechung der bereits in der Literatur vorliegenden Ergebnisse verschiedener Untersucher über die Abhängigkeit orthostatisch bedingter Kreislaufreaktionen von Lebensalter und körperlicher Entwicklung wird über die Ergebnisse von Orthostaseversuchen an 338 Heranwachsenden der Entwicklungsstufen K bis R berichtet.

Bei kritischer Würdigung der Ergebnisse und aufgrund statistischer Prüfungen konnten wir zunächst feststellen, daß keine Abhängigkeit orthostatisch bedingter Kreislaufreaktionen vom Geschlecht vorhanden war. Dagegen lag eine Abhängigkeit orthostatisch bedingter Kreislaufreaktionen vom Lebensalter vor. Mit zunehmendem Lebensalter war ein Häufigkeitsanstieg pathologischer orthostatischer Reaktionen mit einem Maximum im Alter von 12 Jahren zu beobachten, während in den folgenden Jahren ein Rückgang der pathologischen Reaktionen zu verzeichnen war.

Eine Abhängigkeit von der körperlichen Entwicklung war erst nach Einsetzen der geschlechtlichen Reifung nachzuweisen. Hierbei lag das Häufigkeitsmaximum orthostatischer Kreislaufstörungen in der Präpubertät, während mit fortschreitender körperlicher Entwicklung pathologische Reaktionen seltener auftraten.

Aufgrund der bei unserem Untersuchungsgut erhobenen Befunde scheint es jedoch zu genügen, allein der Abhängigkeit orthostatisch bedingter Kreislaufreaktionen vom Lebensalter Beachtung zu schenken, da die Zugrundelegung

von körperlichen Entwicklungsstufen demgegenüber keinen Informationsgewinn mit sich bringt, sondern im Gegenteil im Zeitraum zwischen 6. und 12. Lebensjahr bestehende Altersunterschiede hinsichtlich des Kreislaufverhaltens beim Stehen verwischt.

Bei der Prüfung der Frage, ob durch eine Entwicklungsbeschleunigung das Auftreten pathologischer orthostatischer Reaktionen begünstigt wird, konnte aufgrund statistischer Überprüfung unserer Ergebnisse gezeigt werden, daß bei Akzelerierten keine besondere Anfälligkeit für orthostatische Kreislaufstörungen vorliegt.

Hinsichtlich der Abhängigkeit der Veränderungen von Pulsfrequenz und Blutdruck während des Orthostaseversuches von der körperlichen Entwicklung ergab sich, daß der während des Stehens erfolgende Abfall des systolischen Blutdrucks mit zunehmendem Reifungsgrad stärker wurde, während sich andererseits der Anstieg des diastolischen Blutdrucks mit fortschreitender körperlicher Entwicklung verringerte. Aus diesem Verhalten des systolischen und diastolischen Blutdrucks resultierte eine in allen Reifungsstufen gleichmäßige Einengung der Blutdruckamplitude während des Orthostaseversuches. Bezüglich der durch das Stehen bedingten Veränderungen der Pulsfrequenz war keine Abhängigkeit von der körperlichen Entwicklung nachweisbar.

Bei unseren Orthostaseversuchen wurde vor und nach der Stehzeit bei Ruhe im Liegen der Blutdruck bestimmt. Bei der Prüfung der Abhängigkeit der Ruhewerte dieser Kreislaufgrößen von der körperlichen Entwicklung war mit zunehmendem Reifungsgrad ein Anstieg sowohl des

systolischen wie auch des diastolischen Blutdrucks zu erkennen, wobei eine sprunghafte Zunahme der Ruhewerte beider Kreislaufgrößen beim Übergang von der Präpubertät zur Pubertät auffiel. Geschlechtsunterschiede hinsichtlich der Ruhewerte des systolischen und diastolischen Blutdrucks waren dagegen nicht vorhanden.

Literaturverzeichnis

- 1) ANSCHÜTZ, F.: Der durch dünne Extremitäten und durch das Vorliegen von Druckpulsen mit hohem Frequenzgehalt auftretende Fehler bei der auskultatorischen Blutdruckmessung nach RIVA-ROCCI/KOROTKOFF. Z. Kreisl.-Forsch. 43, 344 (1954).
- 2) BACH, F.: Ergebnisse von Massenuntersuchungen über die sportliche Leistungsfähigkeit und das Wachstum Jugendlicher in Bayern. Frankfurt: Limpert 1955.
- 3) BENJAMIN, K.M.: Wuchsform und Kreislauf. Helvet. paediat. acta C 11, 24 (1956).
- 4) BETTAG-KAUFMANN, H.: Untersuchungen zur Standardisierung des Orthostaseversuches im Kindes- und Jugendalter. Inaug. Diss. München 1967.
- 5) BORDLEY III, J., CH. A. R. CONNOR, W.F. HAMILTON, W.J. KERR, and C.J. WIGGERS: Recommendations for human blood pressure determinations by sphygmomanometers. Circulation 4, 503 (1951).
- 6) BRADBURY, S., and C. EGGLESTON: Postural hypotension: A report of three cases. Amer. Heart J. 1, 73 (1925)
- 7) BREHM, H., u. K. WEZLER: Untersuchungen zur Frage der Kreislaufregulation des Menschen beim Wechsel der Körperlage. Z. ges. exp. Med. 120, 481 (1953).

- 8) CAPEK-SCHACHNER, E., u. W. SWOBODA: Zur Diagnostik und Behandlung orthostatischer Kreislaufregulationsstörungen im Kindesalter. Wien. klin. Wschr. 678 (1955).
- 9) DUESBERG, R., u. W. SCHROEDER: Pathophysiologie und Klinik der Kollapszustände. Leipzig: S. Hirzel 1944.
- 10) GENZ, H., u. R.B. STOLOWSKY: Zur Diagnose und Therapie der orthostatischen Kreislaufstörung im Kindesalter. Dtsch. med. Wschr. 81, 407 (1956).
- 11) GRASER, F.: Der Kreislauf vom Säuglings- bis zum Pubertätsalter. In: F. LINNEWEH: Die physiologische Entwicklung des Kindes. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1959.
- 12) KALOUD, H.: Zur Kreislauffunktionsprüfung mittels Stehversuch beim vegetativ dystonen Kinde. Ann. paediat. Basel 182, 295 (1954).
- 13) KEUTH, U., u. M. PEUSQUENS: Die haemodynamischen Kreislaufgrößen im Säuglings- und Kindesalter (Normwerte und vergleichende Untersuchungen). Z. Kinderheilk. 78, 379 (1956).
- 14) KIRCHHOFF, H.W.: Über den kindlichen Kreislauf. Erg. inn. Med. u. Kinderheilk. N.F. 5, 156 (1954).
- 15) KIRCHHOFF, H.W.: Untersuchungen über die Kreislaufregulation des Kindes und der Jugendlichen. Ärztl. Jugendkunde 52, 129 (1960).

- 16) KIRCHHOFF, H.W., u. R. EICHLER: Untersuchungen über die Kreislaufregulation im Reifungsalter. Z. Kinderheilk. 72, 113 (1952).
- 17) KIRSCHSIEPER, H.M., u. J. RUTENFRANZ: Bestimmung des arteriellen Blutdrucks. In: H. OPITZ u. F. SCHMID, Handbuch der Kinderheilkunde II/1, 213 Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1966.
- 18) KOROTKOFF, N.S.: Izv. Imp. Vogeno Med. Akad. St. Petersburg 11, 365 (1905). Zit. nach G.W. PICKERING: High Blood Pressure. London: Churchill 1955.
- 19) MÜLLER, E.A., u. W. HIMMELMANN: Geräte zur kontinuierlichen fotoelektrischen Pulszählung. Int. Z. angew. Physiol. 16, 400 (1957).
- 20) NITSCH, K.: Untersuchungen über die Kreislaufregulation bei organisch gesunden Kindern. Mschr. Kinderheilk. 96, 296 (1948/49).
- 21) RAGAN, C., and J. BORDLEY III: The accuracy of clinical measurements of arterial blood pressure, with a note of the auscultatory gap. Bull. Johns Hopk. Hosp. 69, 504 (1941).
- 22) ROBINOW, M., W.F. HAMILTON, R.A. WOODBURY, and P.P. VOLPITTO: Accuracy of clinical determinations of blood pressure in children with values under normal and abnormal conditions. Amer. J. Dis. Child. 58, 102 (1939).

- 23) RUTENFRANZ, J.: Funktionsdiagnostik des Herz-Kreislaufsystems. In: H. OPITZ u. F. SCHMID, Handbuch der Kinderheilkunde II/1, 225 Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1966.
- 24) RUTENFRANZ, J., TH. HELLBRÜGGE, E. KEILHACKER, u. R. HOCKE: Über das Verhalten des Blutdrucks von Kindern und Jugendlichen bei körperlicher Aktivität und in Ruhe. II. Mitteilung. Z. Kinderheilk. 86, 104 (1961).
- 25) RUTENFRANZ, J., R. HOCKE, C. BETTAG u. H. KAUFMANN: Untersuchungen zur Standardisierung des Orthostaseversuches im Kindes- und Jugendalter. Mschr. Kinderheilk. 113, 327 (1965).
- 26) SCHELLONG, F.: Störung der Kreislaufregulation, ein neues Symptom bei Insuffizienz des Hypophysenvorderlappens. Klin. Wschr. 10, 100 (1931).
- 27) SCHELLONG, F.: Über einige Vorgänge bei der Kreislaufregulation und ihre Verwertung für eine praktische Funktionsprüfung. Münchn. med. Wschr. 79, 1176 (1932).
- 28) SCHELLONG, F.: Arterielle Hypotension. Verh. dtsch. Ges. Inn. Med. 45, 143 (1933).
- 29) SCHELLONG, F.: Klinische Untersuchungen über Kreislaufregulation in aufrechter Körperstellung. Verh. dtsch. Ges. Kreisl.-Forsch. 176 (1933).
- 30) SCHELLONG, F.: Funktionsprüfung des Kreislaufs als Untersuchungsmethode. Klin. Wschr. 15, 361 (1936).

- 31) SCHELLONG, F., u. M. HEINEMEIER: Über die Kreislaufregulation in aufrechter Körperstellung und ihre Störungen. I. Mitteilung. Z. ges. exp. Med. 89, 49 (1933).
- 32) SCHIRGER, A., E.A. HINES, G.D. MOLNAR, and J.E. THOMAS: Orthostatic hypotension. Proc. Mayo Clin. 36, 239 (1961).
- 33) SCHMIDT-VOIGT, J.: Das Körperbild im Reifungsalter. Erg. Inn. Med. 64, 995 (1945).
- 34) SCHMIDT-VOIGT, J.: Kreislaufstörungen in der ärztlichen Praxis. Aulendorf: Editio Cantor 1950.
- 35) SECKEL, H.: Kreislaufsystem und zirkulierende Blutmenge bei kranken Kindern. III. Mitteilung: Die orthostatische Vasoneurose der älteren Kinder. Jb. Kinderheilk. 137, 51 (1932).
- 36) VOGT, D.: Morphologische Beurteilung von Wachstum und Entwicklung des Kindes. In: H. OPITZ u. F. SCHMID, Handbuch der Kinderheilkunde II/1, 148 Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1966.
- 37) WECHSELBERG, K. u. M. MOTAMEDI: Die praktische Bedeutung des vegetativ-orthostatischen Kreislaufsyndroms im Kindesalter. Z. Kinderheilk. 97, 347 (1966).

N a c h w o r t

Es ist mir ein Anliegen, Herrn Privatdozent Dr. med. Dr. phil. J. Rutenfranz für die Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung bei der Auswertung der Ergebnisse vielmals zu danken.

Herrn Professor Dr. med. Th. Hellbrügge danke ich für die Übernahme des Referates.

Für die Befürwortung unserer Untersuchungen an den Schulen des Stadt- und Landkreises Speyer bin ich dem Leiter des dortigen Gesundheitsamtes, Herrn Obermedizinalrat Dr. med. R. Neumayer sowie Herrn Schulrat Zürker sehr dankbar.

An dieser Stelle möchte ich auch den Herren Rektoren der Volksschulen Dudenhofen und Heiligenstein, den Direktorinnen des Mädchengymnasiums Nikolaus von Weiss-Schule und der Frauenfachschule St. Marienheim in Speyer sowie dem Direktor des Landeserziehungsheims St. Josef in Landau - Queichheim für ihr liebenswürdiges Entgegenkommen bei der Durchführung unserer Untersuchungen vielmals danken.

Herrn Dr. med. R. Hocke gilt mein besonderer Dank dafür, daß er jederzeit zu Rat und Hilfe bereit war.

Frau H. Kylian sage ich für die Ausführung der Zeichnungen herzlichen Dank.

L e b e n s l a u f

Am 5. Juni 1939 wurde ich als 4. Sohn des Rektors a.D. Karl Bettag und seiner Ehefrau Käthe, geb. Adam, in Speyer geboren.

Meine Kindheit verbrachte ich in Heiligenstein/Pfalz, wo ich auch die Volksschule besuchte. Im Herbst 1949 trat ich in das Humanistische Gymnasium Speyer ein und legte dort im Frühjahr 1958 die Reifeprüfung ab.

Nach 18-monatigem Wehrdienst bei der Bundeswehr, die ich als Leutnant d.R. verließ, begann ich im Wintersemester 1959/60 an der Ludwig-Maximilians-Universität München das Studium der Medizin und bestand dort am 15. Februar 1966 das Medizinische Staatsexamen. Zur Zeit bin ich als Medizinalassistent am Städtischen Krankenhaus Speyer tätig.

Seit 19. Februar 1965 bin ich mit der Medizinalassistentin Helge Bettag, geb. Kaufmann, verheiratet.

